Morphologisch-systematische Studien über die Gattung

Zygophyllum

mit besonderer Berücksichtigung der afrikanischen Arten

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der

Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

Von

Dorothea C. van Huyssteen

aus Montagu, Kapland

Tag der mündlichen Prüfung: 17. II. 1937

Tag der Promotion: 31. III. 1937

Dr. Emil Ebering, Berlin NW 7, Mittelstraße 29

N 11

Referenten: Professor Dr. Diels
Professor Dr. Noack

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Geschichtliche Übersicht 5

II. Morphologie:

A. Habitus 7

B. Blatt:

1. Allgemeine Charakteristik 8
2. Reduktion der Zahl der Blattpaare bis zum einpaarig gefiederten Blatt 9
3. Ausbildung des einpaarig gefiederten Blattes . . . 10
4. Rückschläge beim einpaarig gefiederten Blatt . . . 11
5. Reduktion eines Blättchens beim einpaarig gefiederten Blatt 12
6. Reduktion des Blattstiels 13
7. Was wird aus der Verlängerung der Rhachis bei den Arten der Gattung Zygophyllum mit sitzenden Blättern? . . 13
8. Weitere Vereinfachung der Blatgliederung 15
9. Das einfache sitzende Blatt 15
10. Morphologische Ableitung der Blattypen 17
11. Nebenblätter 19
12. Stipellum 21

C. Behaarung 22

D. Aufbau des Sprosses 24

Seite

E. Blüte:

1. Zahlenverhältnisse bei der Blüte 29

2. Petalen 30

3. Anhängsel der Staubfäden 30

4. Form der Fruchtknoten 32

F. Frucht 35

G. Samen 42

III. Der Wert der einzelnen Merkmale für die systematische Gliederung der Gattung:

A. Einleitung: bisherige Ansichten über den systematischen Wert der einzelnen Merkmale und Nachweis ihrer Revisionsbedürftigkeit 43

B. Kritische Besprechung des systematischen Wertes der einzelnen Merkmale:

1. Merkmale von beschränkter systematischer Bedeutung . 48

2. Merkmale, die besonders berücksichtigt werden müssen . 53

IV. Systematischer Teil:

A. System 59

B. Bestimmungsschlüssel der afrikanischen Arten der Gattung Zygophyllum 76

V. Die geographische Verbreitung der Gattung Zygophyllum im Zusammenhang mit den verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den einzelnen Gruppen:

A. Die oekologischen Verhältnisse 87

B. Die geographische Verbreitung:

1. Die Verbreitung der Gattung 88

2. Die Verbreitung der einzelnen Sektionen 90

C. Die geographische Verbreitung der Gattung Zygophyllum im Verhältnis zu ihrer systematischen Gliederung . . . 94

I. Geschichtliche Übersicht.

Linné ist der Autor der Gattung ZYGOPHYLLUM (Sp. Pl. Ed. 1. Bd. 1385).

Adanson (Familles d. Plant. II [1763] 507) trennte die Gattung Fabago ab.

Necker (Elementa Botanica, Tom. II [1791] 227—228) wiederum trennte Agophyllum, das er „Faux-Zigophylle" nannte, als Gattung ab. Jedoch ist die Beschreibung Neckers für seine Gattung Agophyllum so unklar, daß es unmöglich ist, festzustellen, wie diese Gattung sich von der Gattung Zygophyllum unterscheidet, um so mehr, da Necker selbst nicht sagt, welche Arten er dazu stellt.

Als nächster teilte Endlicher (Genera plant. [1841] 1164) die Gattung Zygophyllum in zwei Sektionen. Er stellte die Gattung Fabago von Adanson als Sektion zu der Gattung Zygophyllum. Dann änderte er die Neckersche Bezeichnung in Agrophyllum um und gab der sogenannten Sektion eine vollkommen andere Charakteristik als Necker es seinerzeit getan hatte, indem er diese Bezeichnung für Arten mit scheidewandspaltigen Kapseln verwendete.

Bentham und Hooker (Genera Plantarum f. I. [1862] 226) vereinigten die Gattung Roepera von Jussieu (in Mém. Mus. Par. XII. [1825] 454. t. 5 f. 3.) mit der Gattung Zygophyllum, die sie jetzt in drei Sektionen einteilten: Roepera, Agrophyllum und Fabago.

Engler (Engl. u. Prantl: Natürl. Pflanzenfam. III 4. [1890] 81) vereinigte die Gattung Sarcozygium von Bunge (in Linnaea XVII [1843] 7. t. 1.) mit der Gattung Zygophyllum, und teilte jetzt die Gattung in fünf Sektionen: Fabago, Sarcozygium, Agrophyllum, Capensia und Roepera. Hierbei erkannte Engler aber selbst, daß diese Sektionen nicht scharf voneinander geschieden waren und weiterer Prüfung mit Rück-

sicht auf die Frucht bedurften. In den darauf folgenden Artikeln Englers wuchs die Zahl seiner Artengruppen — wie er später die Sektionen nannte — ständig. Die neuen Sektionen (Artengruppen) waren: Halimiphyllum und Roeperiopsis in Abh. d. Akad. Wiss. Berlin (1869), 11 bzw. 20; Melocarpum in Ann. Istit. Bot. di Roma VII (1897), 14; Annua, Holophylla, Clavata, Mediterranea, Fusicarpa, Synstipellata und Grandifolia in Pflanzenwelt Afrikas 9. III. (1). (1915) 732—735 (hierbei wurde auch Agrophyllum aufgeteilt); und schließlich Hamiensia und Depauperata in Engl. und Prantl: Natürl. Pflanzenfam. 2. Aufl. 19 a (1931) 162, 165. Diese späteren Einteilungen von Engler sind eigentlich nur Erweiterungen seiner ersten Einteilung mit neuen Sektionen für neue Arten. Eine Revision der bestehenden Einteilung oder eine Gliederung nach neuen Gesichtspunkten findet dabei nicht statt.

Popov (in Bull. de l'Universite de l'Asie centrale Taschkent, Livr. 11 [1925] 106—122, Taf. 4,5; Livr. 12 [1926] 109—120, Taf. 6, 7) unternahm eine neue Einteilung der asiatischen Zygophyllum-Arten. Er vereinigte die Gattung Miltianthus mit der Gattung Zygophyllum. Außerdem teilte er die Gattung in zwei Untergattungen FABAGO und EUZYGOPHYLLUM.

Es ist nun Aufgabe der vorliegenden Arbeit, die bisher angenommenen Artengruppen, Sektionen und Untergattungen der Gattung Zygophyllum kritisch nachzuprüfen und, unter Berücksichtigung aller ihrer Sektionen, die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Arten zueinander klarzulegen und die Gattung nach der natürlichen Verwandtschaft ihrer Arten zu gliedern.

II. Morphologie.

A. Habitus.

Die meisten Zygophyllum-Arten sind Sträucher oder Halbsträucher. Die einzige Angabe über Bäume in dieser Gattung stammt von Lichtenstein, der das am Oranjefluß vorkommende *Z. dichotomum* Licht. ex Cham. als einen hohen Baum bezeichnet. Als Beispiele höherer Sträucher sind nach Sammlerangaben zu nennen: *Z. prismatocarpum* Sond., ein baumartiger Strauch von 2—3 m Höhe, *Z. Morgsana* L., ein Strauch von 1—2 m Höhe, *Z. retrofractum* Thunb., ein krüppeliger Strauch, bis zu 1 m hoch. Das Verbreitungsgebiet dieser Arten ist das Gebiet nördlich und südlich des Oranjeflusses. Hieran schließen sich die niedrigen Sträucher mit dicken, stark verholzten Hauptzweigen, die in demselben Gebiet und weiter südlich vorkommen: *Z. microcarpum* Licht. ex Cham., ein 0,5—1,5 m hoher und 2—3 m breiter dichter Strauch, *Z. latialatum* Engl. und *Z. suffruticosum* Schinz von 50—80 cm Höhe, *Z. spinosum* L., u. a., von denen jedoch nicht so genaue Sammlerangaben existieren.

Noch niedriger sind die Sträucher wie *Z. Dregeanum* Sond., das, obwohl stark verholzt, nicht höher als 30—60 cm wird. Das nahe verwandte nordafrikanische *Z. decumbens* Del. ist ein niederliegender Strauch, dessen Zweige sich strahlenförmig in geringer Höhe über der Erde ausbreiten.

Eine Höhe von ungefähr 1 m erreichen auch *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond., *Z. foetidum* Schrad. et Wendl., und *Z. Meyeri* Sond. Sie weichen aber von den anderen Sträuchern derselben Höhe ab durch ihre großen langgestielten (einpaarig gefiederten) Blätter und ihre langen Internodien, die mitunter 4 cm lang werden können.

Als Beispiel eines Halbstrauches, der aber an der Basis stark verholzt ist, wäre das ungefähr 1/4 m hohe *Z. fulvum* L. zu nennen.

Schlaffe niederliegende Halbsträucher sind *Z. debile* Cham. aus dem südwestlichen bis südöstlichen Kapland und *Z. Uitenhagense* Sond. aus dem südöstlichen Kapland.

Mit dünnen, schlaffen Stengeln finden wir in Australien *Z. fruticulosum DC.*, das nach Sammlerangaben von Diels ein fast schlingender Halbstrauch ist, der eine Höhe von 2 m erreicht, und den Büschen aufliegt, die an seinem Standort vorkommen.

Alle Arten aus der asiatischen Gruppe Fabago sind große oder kleine Stauden, von denen die meisten mit Hilfe eines dicken Rhizoms überdauern. Der Stamm ist krautartig und fleischig, in seltenen Fällen an der Basis verholzt, aber keine dieser Arten ist ein echter Strauch. Als Beispiele wären zu nennen: *Z. Fabago* L., *Z. miniatum* Cham. und *Z. macropterum* C. A. M.

Als einjährig lassen sich nur wenige Arten bezeichnen. Nach Popov sind *Z. Loczyi* Kanitz und *Z. Lehmannianum* Bunge aus der Gruppe Fabago einjährig. Weiter wären krautige Vertreter aus Australien, wie *Z. glaucescens* F. M., *Z. iodocarpum* F. M., *Z. prismatothecum* F. M. und *Z. Billardieri* DC., zu nennen.

Das einzige krautige Zygophyllum Afrikas ist das ebenfalls einjährige *Z. simplex* L., das über Arabien bis Vorderindien verbreitet ist. Es ist ein niedriges Kraut, oft nur 5 cm hoch. Die einzelnen Zweige dieser Pflanzen können jedoch bis zu 40 cm lang werden, sodaß eine einzige Pflanze eine Fläche von 3/4 m Durchmesser bedecken kann.

B. Blatt.

1. Allgemeine Charakteristik.

Zu den charakteristischen Merkmalen der Gattung Zygophyllum gehören die bis auf wenige Ausnahmen paarig gefiederten Blätter. Sie stehen immer gegenständig. Bei den meisten

Arten weisen sie dicke und etwas fleischige Konsistenz auf. Besonders dicke und fleischige Blätter besitzt das südwestafrikanische *Z. Stapfii* Schinz. Die Blättchen sind mit wenigen Ausnahmen im Umriß ganzrandig. Grob gezähnte bis gelappte Blättchen können bei den einpaarig gefiederten *Z. glaucescens* F. M., *Z. iodocarpum* F. M. und *Z. Kochii* Tate vorkommen. Diese gezähnten Blättchen erweisen sich nicht als konstante Merkmale für die letztgenannten Arten.

Infolge der fleischigen Natur lassen sich nach Beobachtungen an getrocknetem Material die Einzelheiten der Nervatur als solche nicht angeben.

In der Blattausgestaltung lassen sich verschiedene morphologische Stufenfolgen erkennen.

Den Grundtypus der Gliederung des Blattes finden wir bei *Z. macropterum* C. A. M. Hier sind die Blätter 3—5-paarig gefiedert. Die Rhachis ist in ein schmales lanzettliches Membranspitzchen verlängert. Diese Tatsache deutet auf eine vielleicht ursprünglich noch höhere Zahl der Blattpaare hin. So finden wir bei anderen Gattungen, z. B. Porlieria, aus derselben Unterfamilie ungefähr 10-paarig gefiederte Blätter. Auf jeden Fall stellt dieses Membranspitzchen die verkümmerte Spitze der Blattanlage dar, die nicht weiter wächst. Im folgenden wird immer von dem Endrudiment gesprochen werden als „Verlängerung der Rhachis".

2. Reduktion der Zahl der Blattpaare bis zum einpaarig gefiederten Blatt.

Bei den meisten anderen Arten findet eine weitere Reduktion in der Zahl der Blättchen statt. Dabei schwankt die Zahl der Blättchen bei den mehrpaarigen Blättern oft innerhalb bestimmter Grenzen. So besitzen *Z. subtrijugum* C. A. M. (4-), 3-, (2-) paarige Blätter, *Z. Melongena* Bunge (3-), 2- (1-) paarige Blätter. Die unteren Blätter von einigen Arten sind weitergehend gegliedert als die oberen. So weisen die unteren Blätter von *Z. miniatum* Cham. 2—3 Blättchenpaare auf, die oberen regelmäßig nur ein einziges Blättchenpaar. Popov beschreibt dasselbe Verhalten auch für *Z. iliense* M. Pop. In der Regel geht die Reduktion so vor sich, daß ein ganzes Blättchenpaar nicht ausgebildet wird. Als Rückschläge sind die Fälle zu betrachten, von

denen ich nur ein Beispiel (bei dem Exemplar Androssow, 1857, ad fl. Serawschan) gesehen habe; hier trägt der Blattstiel an seiner Spitze drei gleichgroße Blättchen. Daß das mittlere Blättchen als das eine Blättchen eines zweiten Blattpaares und nicht als ein endständiges unpaariges Fiederblättchen aufzufassen ist, geht daraus hervor, daß eine dünne Membranspitze auch hier als Rudiment der verlängerten Rhachis vorhanden ist (Tafel I, fig. 1).

Eine Reduktion des Blattes kann ausnahmsweise auch in der Weise vollzogen sein, daß das letzte Blättchenpaar nicht mehr ausgebildet wird, die Rhachis aber trotzdem verlängert wird, wie z. B. bei *Z. miniatum var. cinnabarinum* Freyn et Sint. (P. Sintenis 345).

Die nächste Stufe in der Vereinfachung der Blattgliederung stellt sich als Fixierung des gestielten einpaarig gefiederten Blattes dar. Die Rhachis ist über das eine Blattpaar hinaus in ein dünnes Membranspitzchen verlängert. Weitaus die größte Anzahl der Arten weist diese letztgenannte Blattgliederung auf. So z. B. *Z. Fabago* L., *Z. Eichwaldii* C. A. M. und *Z. furcatum* C. A. M. aus der asiatischen Gruppe Fabago, die allermeisten afrikanischen Arten und einige australische Arten. Dabei finden wir hier auch in Form und Konstistenz die verschiedenartigste Ausgestaltung.

3. Ausbildung des einpaarig gefiederten Blattes.

Die Blättchen der gestielten einpaarig gefiederten Blätter sind meist ungleichseitig, indem die äußere Seite die breitere ist. Die größten Blättchen erreichen eine Länge bis zu 25 oder 30 mm und eine Breite bis zu 15 oder 20 mm. Flache Blättchen von solcher Größe kommen in fast allen Gruppen vor, z. B. *Z. foetidum* Schrad. & Wendl., *Z. Morgsana* L., *Z. Stapfii* Schinz (aus Afrika); *Z. Fabago* L. (aus Asien und Nordafrika) und *Z. apiculatum* F. M. (aus Australien).

Bei anderen Arten, deren Blätter kleiner sind, kann die Körperform des Blattes weitgehend verändert werden, und zwar auf zwei Weisen:

a) bei *Z. tenue* Glover, *Z. retrofractum* Thunb. und *Z. microphyllum* L. f. sind die Blättchen flach wie die der großblättrigen Arten, nur kleiner, bis ungefähr 8 mm lang.

b) bei *Z. album* L., *Z. microcarpum* Licht. ex Cham., *Z. cylindrifolium* Schinz sind die Blättchen dickfleischig, schmal linear bis stielrund.

Es besteht zum Teil eine Parallelität in der Ausbildung des Blättchens und des Blattstiels. Die Blattstiele, die flache Blättchen tragen, können ein wenig verbreitert sein. Bei *Z. iodocarpum* F. M. ist der Blattstiel oft am oberen Ende flügelartig verbreitert, bei *Z. glaucescens* F. M. an der Basis oder am oberen Ende (Tafel I, fig. 3, 4). Die Blattstiele von *Z. Fontanesii* Webb et Berth. lassen dieselbe Form und Größe wie die flachen bis halb-runden, stumpfen, verkehrt-eiförmigen Blättchen erkennen, d. h. sie sind stark nach oben verbreitert, verkehrt-eiförmig, oben abgerundet, und von ungefähr derselben Länge und Breite (oder länger) wie die Blättchen, die sie tragen (Taf. I, fig. 5). Schließlich sind die Blattstiele zylindrisch und fleischig bei den Arten mit zylindrischen, fleischigen Blättchen, z. B. *Z. album* L. und *Z. cylindrifolium* Schinz. Die starke Beteiligung des Blattstiels an der Gesamtausbildung des Blattes kommt auch bei *Z. album* L. und *Z. dumosum* Boiss. zum Ausdruck, bei denen der Blattstiel Form und Konsistenz der Blättchen aufweist und größer als diese werden kann.

4. Rückschläge beim einpaarig gefiederten Blatt.

Bei den gestielten einpaarig gefiederten sind noch folgende Rückschläge zu verzeichnen: a) Bei einigen Exemplaren von *Z. Fabago* L. und bei *Z. cinereum* Schinz (Dinter 1157) ist die Verlängerung der Rhachis als krautige Verlängerung vorhanden. Daß es sich hier wirklich um die Rhachis und nicht um ein verkümmertes Endblättchen handelt, geht daraus hervor, daß das gewöhnliche häutige Rudiment noch auf diesem krautigen Anhängsel sitzt. b) Bei *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. habe ich denselben Rückschlag beobachtet wie bei *Z. miniatum* Cham. (s. o.). Diese Erscheinung ist hier aber umso interessanter, weil erstgenannte Art nur einpaarig gefiederte Blätter besitzt; nur in einem einzigen Falle habe ich scheinbar gedreite Blätter, die gestielt sind (M. Schlechter 15), beobachtet (Taf. I, fig. 6). Die nähere Untersuchung bestätigte hier wieder die Annahme, daß

das mittlere Blättchen ein Blatt eines zweiten Blattpaares, das normalerweise überhaupt nicht zur Entwicklung gelingt, dargestellt; denn oben auf dem Blattstiel zwischen den Blättchen sitzt die Membranspitze, die als Verlängerung der Rhachis auftritt. Aber diese Pflanze besitzt nicht nur Blätter, bei denen drei gut ausgebildete Blättchen vorhanden sind, sondern auch Blätter, die andere Zwischenstufen aufweisen. So können ein Blättchen eines Blattpaares oder beide Blättchen tief oder flach eingebuchtet sein, als ob die Höcker für die Seitenfieder in der Blattanlage kürzere oder längere Zeit gemeinsam emporgewachsen wären. Diese Sondererscheinung ist auch deswegen ganz erheblich auffällig, weil es die einzige Andeutung eines mehrpaarig gefiederten Blattes unter den vielen afrikanischen Formen ist, die sich sonst durchgehend durch ihre einpaarigen oder einfachen Blätter von den mehrpaarigen asiatischen Arten unterscheiden.

5. Reduktion eines Blättchens beim einpaarig gefiederten Blatt.

Eine für Zygophyllum einzig dastehende Reduktion hat stattgefunden bei *Z. hamiense* Schweinf. Die Blätter sind deutlich in Stiel und Blättchen gegliedert: der Absatz zwischen Blattstiel und Blättchen ist durch eine Einschnürung bezeichnet. Die Blattstiele tragen je ein einziges zylindrisches Blättchen. Nachdem Schweinfurth in seiner Originaldiagnose geschrieben hat: „Die Blätter tragen ausnahmslos ein einziges Blättchen", sind die Blätter immer als „folia unifoliata" aufgeführt worden. Die vorliegende Untersuchung zeigte aber, daß einige Blattstiele auch zwei Blättchen tragen. Sogar die kleine Membranspitze in der Verlängerung der Rhachis ist hier ausgebildet. Wenn das eine Blättchen fehlt, ist in vielen Fällen noch die kleine Membranspitze apikal auf dem Blattstiel zu sehen. Es liegt also kein Zweifel vor, daß es sich hier um ein einpaarig gefiedertes Blatt handelt, von dem das eine Blättchen nicht zur Entwicklung gelangt ist und das andere Blättchen sich in die Verlängerung des Blattstiels gestellt hat (Taf. I, fig. 14, a—c).

Bei den gestielten einpaarig gefiederten Blättern wird noch ein weitere Reduktion durchgeführt.

6. Reduktion des Blattstiels.

Die Reduktion in der Gliederung des Blattes findet nicht nur in einer Verarmung der Zahl der Blattpaare, sondern auch in einer Reduktion des Blattstiels bei den einpaarigen Blättern statt. Die folgenden Beispiele erläutern die Reduktion des Blattstiels:

a) bei den Arten mit scheidewandspaltigen Kapseln:

Z. album L., *Z. coccineum* L. und *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. haben einpaarig gestielte Blättchen, von denen der Blattstiel so lang wie die Blättchen ist. Bei *Z. Trothai* Diels, *Z. latialatum* Engl. und Z. *Morgsana* L. sind die Blattstiele viel kürzer als die Blättchen. Bis jetzt ist mir keine Art unter denen mit scheidewandspaltigen Kapseln bekannt, bei welcher der Blattstiel ganz verschwunden ist, wobei allerdings hinzugefügt werden muß, daß die Früchte solcher Arten nur in den wenigsten Fällen zur Verfügung standen, so daß es unmöglich war, mit Sicherheit festzustellen, ob eine Art mit scheidewand- oder fachspaltigen Kapseln vorliegt.

b) bei den Arten mit fachspaltigen Kapseln:

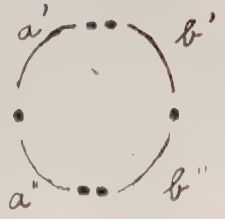
Z. leptopelatum E. M. ex Sond. fällt auf durch die ungefähr 15 mm langen Blattstiele, die beinahe so lang wie die Blättchen sind. Die Blattstiele von *Z. pubescens* Schinz erreichen eine Länge von nur 2—3 mm, sind also viel kürzer als die 6—13 mm langen Blättchen. Kaum noch wahrzunehmen sind die Blattstiele bei *Z. teretifolium* Schlechter. Ganz sitzend finden wir die Blättchen schließlich z. B. bei *Z. sessilifolium* L., *Z. spinosum* L. und *Z. pygmaeum* E. et Z.

7. Was wird aus der Verlängerung der Rhachis bei den Arten der Gattung Zygophyllum mit sitzenden Blättern?

Bei den meisten Zygophyllum-Arten ist die Verlängerung der Rhachis über das Blättchenpaar hinaus als sehr feines dünnes Membranspitzchen ausgebildet, seltener grün und lanzettlich.

Bei *Z. fulvum* L. stehen immer je 4 Blättchen quirlig in einem Knoten angeordnet, wie die Fig A zeigt. Zwischen den Blättchen a′, b′ und a″, b″ stehen je zwei getrennte pfriemliche Gebilde; dagegen sitzt zwischen den Blättchen a′ a″ und b′ b″ nur je ein pfriemliches Gebilde. Hier sind die zwei nebenein-

Fig. A.



anderstehenden pfriemlichen Gebilde als Nebenblätter zu deuten und die eine für sich stehende pfriemliche Spitze als die Rhachisverlängerung zwischen zwei sitzenden Blättchen, sodaß a′ a″ und b′ b″ die zusammengehörigen Blättchenpaare darstellen. Wir haben also um einen Knoten zwei gegenständige sitzende einpaarig gefiederte Blätter vor uns.

Bei *Z. sessilifolium* L. sind die Nebenblätter oft verwachsen; dann alterniert je ein Spitzchen mit einem Blättchen. Die Entscheidung, welche unter den gleich aussehenden Spitzen als Nebenblätter bzw. Rhachisfortsetzung zu deuten sind, ergibt sich aus der Stellung der an diesem Knoten vorhandenen Seitenzweige. Schon Velonovsky hat die Gebilde um den Knoten von *Z. sessilifolium* und *Z. spinosum* L. morphologisch gedeutet. Dabei faßt er aber „die Verlängerung der Rhachis" als Endfieder auf.

Bei *Z. spinosum* L. und *Z. pygmaeum* E. und Z. sind die Nebenblätter (Fl. Cap. I. 358) als dornig beschrieben worden In Wirklichkeit ist es aber die Verlängerung der unterhalb der Ansatzstelle der Blättchen vollkommen reduzierten Rhachis, die hart und etwas dornig wird. Die Nebenblätter selbst sind halb bis ganz verwachsen und oft unscheinbare Gebilde, können aber auch so lang wie die Verlängerung der Rhachis werden. Auch bei *Z. divaricatum* E. und Z., das sitzende einpaarig gefiederte Blätter besitzt, wird die Verlängerung der Rhachis dornig. Am

auffälligsten ist dies bei *Z. macracanthum* v. Huyssteen, bei dem die Verlängerung der Rhachis waagerecht absteht, zugespitzt-lanzettliche Form aufweist und eine Länge von ungefähr 2 mm erreicht.

Interessant ist die Tatsache, daß die Arten mit einpaarigen, sitzenden Blättchen nur in Südwest- und Südafrika vorkommen.

8. Weitere Vereinfachung der Blattgliederung.

Bei einigen australischen Arten, z. B. bei *Z. fruticulosum* DC., *Z. Billardierii* DC., *Z. iodocarpum* F. M., die normalerweise gestielte einpaarig gefiederte Blättchen besitzen, kommen Varietäten vor, bei denen die Blättchen ohne Übergang in den verbreiterten Blattstiel übergehen. Dies habe ich auch bei den südafrikanischen *Z. Lichtensteinianum* Cham. und *Z. microphyllum* L. f. beobachtet. Sogar eine asiatische Art aus der Sektion Fabago kann diese Blattgliederung aufweisen. Bei diesen Arten stehen solche Blätter oft auf derselben Pflanze, die auch gewöhnliche gestielte einpaarig gefiederte Blättchen besitzt. Andere Pflanzen wiederum tragen nur Blätter der beschriebenen Art. Bei den australischen Arten geht die Verwachsung der beiden Blättchen mit dem Blattstiel noch weiter. Diese Arten besitzen wenig gegliederte zweilappige Blätter und verschmälern sich keilförmig nach unten. Diese Blätter haben zwischen den Lappen ein dünnes, lanzettliches Membranspitzchen oder eine kleine dreieckige krautige Spitze, die in ein Membranspitzchen ausläuft. Die Vereinfachung des Blattes in ein zweilappiges, bei dem eine scharfe Differenzierung zwischen Spitze und Stiel nicht stattfindet, scheint fixiert zu sein bei dem australischen *Z. prismatothecum* (Taf. I, fig. 8, 10; fig. 17, a—d; fig. 12, a—c).

9. Das einfache sitzende Blatt.

Die morphologisch einfachste Stufe in der Gliederung des Blattes kommt in den Arten um *Z. Dregeanum* Sond. zum Vorschein. *Z. cylindrifolium* Schinz und *Z. tenue* Glover besitzen noch die für viele Arten der Gattung Zygophyllum typisch gestielten einpaarig gefiederten Blätter. Eine Vereinfachung fängt

an bei *Z. decumbens* Del. und *Z. Dregeanum*, bei denen die meisten Blätter noch gestielt und einpaarig gefiedert sind, die oberen Blätter der Blütenregion aber einfach und sitzend. Bei *Z. clavatum* Schlechter et Diels sind die oberen Blätter oft auch einfach. Bei *Z. Maximiliani* Schlechter ist die Tendenz zur Vereinfachung der Blätter auch vorhanden, aber nicht an eine bestimmte Region der Pflanze gebunden (Taf. I, fig. 7). Einige blühende Sprosse besitzen nur einpaarige gestielte Blätter. Andere blühende Sprosse besitzen nur einfache sitzende Blätter. Noch andere blühende Sprosse besitzen u n t e n einfache sitzende Blätter und o b e n gestielte einpaarig gefiederte Blätter. In einigen Fällen ist ein Blatt eines Vorblattpaares einfach und sitzend, das andere einpaarig gefiedert und gestielt. Die Verzweigung ist hier dichasial und die eine Seite ist gefördert. Das Blatt, das den geförderten Achselsproß trägt, ist oft einpaarig gefiedert und gestielt, das gegenüberstehende Blatt einfach und sitzend. Wenn die beiden Vorblätter einer endständigen Blüte einfach sind, ist das Tragblatt des geförderten Achselsprosses größer als das gegenüberstehende Blatt. Nach Sonder (Fl. Cap. I. S. 365) stehen einfache sitzende Blättchen auch durcheinander bei *Z. retrofractum* Thunb. Dagegen ist die Reduktion in der Gliederung des Blattes zu einfachen sitzenden Blättern fixiert bei *Z. simplex* L. und bei *Z. prismatocarpum* Sond. Bei *Z. simplex* ist das Tragblatt, das den geförderten Zweig eines Dichasiums trägt, fast stets größer und länger als das gegenüberstehende Blatt.

In allen diesen Fällen erfolgt der Übergang von dem Blatt, das deutlich in Blattstiel und zwei Fiederblättchen gegliedert ist, zu dem sitzenden einfachen Blatt sprungweise und ohne Zwischenstufen. Nur bei einem Exemplar von *Z. decumbens* Del. (von G. Ehrenberg gesammelt, ohne Nummer und Datum) konnten Übergänge festgestellt werden (Taf. I, fig. 13, a—d). Die Blätter verlieren allmählich an Größe von unten nach oben (wie in dem „Normalfall"), bis sie eine Länge von ungefähr 3 mm erreicht haben. Blätter von dieser Größe sind nicht deutlich in Blattstiel und Blättchen differenziert, sondern keilförmig in die Basis verschmälert, zweilappig, mit einem dünnen Membranspitzchen zwischen den Lappen versehen. In der nächsten Stufe sind die Lappen kürzer, die dreieckige Spitze ist krautig und läuft

in ein Membranspitzchen aus. Die nächstfolgenden Blätter sind einfach und sitzend. Diese Zwischenstufen erinnern sehr an die australischen *Z. fruticulosum* und *Z. prismatothecum* und machen es wahrscheinlich, daß die einfachen oberen Blätter von *Z. decumbens* und die durchgehend einfachen Blätter von *Z. simplex* dem gestielten, einpaarig gefiederten Blatt, wie es uns in den unteren Blättern von *Z. decumbens* und in den Blättern von *Z. cylindrifolium* entgegentritt, homolog sind.

Noch andere Arten, wie z. B. *Z. paradoxum* Schinz und die nächst verwandten Arten, wie z. B. *Z. cordifolium* L. f. (Taf. I., fig. g), so auch *Z. Hildebrandtii* Engl. und das nahestehende *Z. Robecchii* Engl., wie auch *Z. atriplicoides* Fisch. besitzen einfache, sitzende Blätter, die in einigen Fällen fast kreisförmig sind. Diese Arten stehen entweder selbst isoliert oder gehören mit wenigen, nahe verwandten Arten in isolierte Gruppen, in denen die einfachen Blätter konstant auftreten. Bei allen diesen fehlen Zwischenstufen auf derselben Pflanze, und wir finden auch keine nahe verwandten Arten, deren Blätter gegliedert sind.

Die letzte Stufe in dieser morphologischen Reihenfolge ist schließlich die, daß das einfache Blatt seinerseits wiederum eine Gliederung erfährt. In der Gruppe Melocarpa besitzt *Z. Hildebrandtii* Engl. einfach elliptische Blätter, die nach unten plötzlich in einen kürzer als 1 mm langen Stiel verschmälert werden. Das sehr nahe verwandte *Z. Robecchii* Engl. besitzt größere einfache, ungefähr kreisrunde bis halbkreisrunde Blätter, die plötzlich in einen ungefähr 5 mm langen Blattstiel übergehen. Bei diesen beiden Arten jedoch fehlt die Einschnürung, die bei den meisten paarig gefiederten Blättern das Blättchen scharf gegen den Blattstiel absetzt.

10. Morphologische Ableitung der Blattypen.

Die Reduktion des Fiederblattes können wir uns mit Hilfe der Tafel II auf folgende Weise veranschaulichen:

Um die morphologischen Verhältnisse der Blattypen d—g und 1—4 zu verstehen und die morphologische Stufenfolge dieser Blätter zu sehen, und gleichzeitig zu begründen, ist es angebracht, an dieser Stelle die Vorgänge der Blattentwicklung dieser

Fiederblätter, wie ich sie mir vorstelle, auseinanderzusetzen. Allerdings sei vorweg bemerkt, daß diese Blattentwicklungen einer realen Beobachtung leider entbehren, da ja die Pflanzen, an denen diese Blattypen gefunden wurden, nicht lebend vorhanden waren, und somit auch nicht die Gelegenheit bestand, die Blattentwicklung überhaupt zu studieren. Diese Blattenwicklung, wie sie hier geschildert wird, ist also durchaus als eine hypothetische zu werten. Wenn sie auch nur diesen geringen Wert besitzt, so gibt sie vielleicht doch die Anregung zu Untersuchungen an lebenden Objekten, und es wird sich dann die Richtigkeit bzw. Unrichtigkeit dieser Anschauung beurteilen lassen. Diese Anschauungen begründen sich natürlich auf die bekannten Ergebnisse der ersten Blattentwicklung von Fiederblättern überhaupt.

Stellen wir uns die Anlage eines 2-paarig gefiederten Blattes vor, wenn sich bereits die Seitenanlagen erkennen lassen, so können wir das 2-paarig gefiederte Blatt aus dem Wachstum des Internodiums und der Blättchenanlagen verstehen.

Wenn jedoch eine „Stauchung" der Internodienlänge bereits in der Anlage stattfindet, so ist es möglich, daß sich zwar noch zwei Anlagehöcker auf jeder Seite finden. Beim weiteren Wachstum geht jedoch die Trennung, d. h. also das Vorhandensein einer geringen Internodienlänge, verloren, und wir erhalten die Blattypen 4″ und 4′. 4″ und 4′ unterscheiden sich nur darin, daß das Internodium im Laufe der Entwicklung verschwindet und mehr oder weniger früh die beiden Anlagen einer Seite gleichsam als eine einzige weiterwachsen.

Es kann aber auch eine einseitige Förderung vorliegen, wie die Blatttypen 3, 2 und 1 zeigen. Dann würde man annehmen, daß in der Anlage auf der einen Seite nur ein Höcker, auf der anderen Seite aber zwei Höcker angelegt werden. (Taf. II, fig. „I –III"). Die Hypothese einer einseitigen Förderung statt einer „Spaltung" eines einzigen Höckers findet eine Stütze in dem Blattyp von *Z. hamiense* (siehe weiter unten). Die beiden Höcker auf der einen Seite können entweder gemeinsam emporwachsen, oder jeder kann sich selbständig weiter entwickeln. Aus den verschiedenen möglichen Abstufungen ergeben sich die Blattypen 3, 2 und 1.

Wenn schließlich in der Anlage nur noch ein einziger Höcker auf jeder Seite angelegt wird, bzw. wenn die Trennung der beiden benachbarten Höcker unterbleibt, ergibt sich der Blattyp e: das einpaarig gefiederte Blatt.

Infolge der einseitigen Förderung der Höcker in der Blattanlage entsteht schließlich der Blattyp f, d. h. das Blatt von *Z. hamiense* Schweinf.

Wenn der Blattstiel dagegen eine Reduktion erfährt, ergibt sich erst der Blattyp g: das kurz gestielte Blatt, und dann der Blattyp h: das sitzende einpaarig gefiederte Blatt.

Der Blattyp i ergibt sich, wenn das einpaarig gefiederte Blatt nicht deutlich in Stiel und Blättchen gegliedert ist, sondern das Blatt zweilappig erscheint und die Blättchen am Blattstiel herunterlaufen.

Schließlich dürfte der Blattyp k, das einfache Blatt, sich aus einer Anlage entwickelt haben, bei der die Seitenhöcker gar nicht oder höchstens schwach angedeutet sind.

So können wir uns die Reduktion des Fiederblattes auf folgende Weise veranschaulichen:

1. Verringerung der Zahl der Blättchenanlagen.
2. Verringerung der Internodienlänge.
3. Einseitige Fiederförderung.

11. Nebenblätter.

Nebenblätter sind immer vorhanden, fallen aber bei einigen Arten bald ab, z. B. *Z. prismatocarpum* Sond. In Form und Konsistenz sind sie sehr verschieden.

Die Nebenblätter von *Z. fulvum* sind grün und krautig. Da die Blätter gegenständig sind, stehen die Nebenblätter des einen Blattes dicht gedrängt mit den Nebenblättern des gegenüberstehenden Blattes zusammen. Es kommt sehr leicht zur Verwachsung der Nebenblätter beider Blätter. Der Grad der Verwachsung der Nebenblätter bei *Z. fulvum* L. ist sehr verschieden. Oft sind sie halb bis ganz verwachsen, meistens aber getrennt. Bei *Z. sessilifolium* L. dagegen sind die Nebenblätter meistens halb bis ganz verwachsen. Bei diesen beiden Arten kommen

sehr oft auf ein und derselben Pflanze getrennte oder halb bis ganz verwachsene Nebenblätter vor. Dasselbe gilt auch für *Z. spinosum* L.

Dagegen sind die Nebenblätter von einer anderen südafrikanischen Art, *Z. teretifolium* Schlechter stets verwachsen. Auch hier sind die Nebenbläter groß, ungefähr 2 (3) mm lang und ungefähr ebenso breit, aber nicht mehr grün, sondern farblos. Noch kleinere, und unscheinbare, weißliche, meist verwachsene dreieckige Nebenblätter weißt *Z. oöcarpum* Loes. auf; und das nahe verwandte *Z. leucocladum* Diels besitzt kaum erkennbare, fast ganz reduzierte Nebenblätter.

Auch in einer so einheitlichen Gruppe wie der asiatischen F a b a g o sind die Nebenblätter keineswegs alle gleichartig, ja bei einigen Arten, so z. B. bei *Z. Fabago* L. und *Z. Eichwaldii* C. A. Mey., weisen die Nebenblätter der unteren und oberen Sproßregion große Unterschiede auf. Bei genannten Arten sind die unten und in der Mitte des Sprosses vorkommenden Nebenblätter groß und laubig, die unten stehenden außerdem vollkommen verwachsen, die oben stehenden dagegen kleiner, lanzettlich oder dreieckig. Die Nebenblätter der oberen Region können getrennt oder halb bis ganz verwachsen sein. Andere Arten aus dieser Gruppe, wie z. B. *Z. furcatum* C. A. M., besitzen getrennte h ä u t i g e Nebenblätter.

In Südwestafrika kommt eine Art vor, die in ihrer Nebenblattbildung stark an *Z. Fabago* erinnert, nämlich *Z. Stapfii* Schinz, die einen ganz extremen Fall darstellt. Hier sind aber a l l e Nebenblätter verwachsen, groß und laubig, fast kreisförmig, bis 7 mm lang und 10 mm breit. Ihre Eigenart gewinnt erst mehr Bedeutung im Zusammenhang mit dem Blütenstand. (Siehe S. 29.)

Die Nebenblätter können auch behaart sein, wie z. B. bei *Z. album* L. und den nahe verwandten Arten aus der Gruppe Mediterranea, deren halb bis ganz verwachsene Nebenblätter mit einer dichten, filzigen Behaarung bedeckt sind.

Öfters sind die Nebenblätter auch hyalin und häutig-weiß, z. B. bei *Z. simplex* und *Z. Dregeanum,* wo sie dreieckig bis lanzettlich sind. Aber schon das nahe stehende *Z. retrofractum* besitzt kleine, winzige braune Nebenblätter. In einer anderen

Gruppe kehren die weiß-häutigen, hyalinen Nebenblätter wieder: bei *Z. Trothai* und *Z. latialatum* sind sie dreieckig, bei *Z. microcarpum* sind sie lanzettlich, mit etwas breiterer Basis aufsitzend, und bei *Z. longistipulatum* erreichen sie ihre größte Länge von 4 mm.

Sonder (Fl. Cap. I. 355) beschreibt die Nebenblätter der Gattung Zygophyllum als dornig. In den Einzelbeschreibungen von *Z. pygmaeum* und *Z. spinosum* beschreibt er „dornige Nebenblätter". Letztere Angaben beruhen aber auf einem Irrtum, da die dornige Verlängerung der Rhachis für Nebenblätter gehalten worden ist. Mir ist kein einziger Fall von Stipulardornen in dieser Gattung bekannt.

12. Stipellum.

Obwohl in der Literatur (Engler [1915] S. 735 und Fig. 341, M.; Engler [1931] S. 165 und Fig. 75, M) Angaben über das Vorkommen eines Stipellums gemacht werden, konnte ich bei keiner Art ein Stipellum feststellen. Bei den mehrpaarig gefiederten Blättern kann man leicht feststellen, daß kein Stipellum vorhanden ist. Dagegen hat Engler das Spitzchen, das sich zwischen den beiden Blättchen einiger einpaarig gefiederten Blätter befindet, als ein „Doppelstipellum am Grunde der ... Blättchen" aufgefaßt (siehe Literatur-Angabe oben). Engler faßte 5 Arten (siehe S. 46), die ein sogenanntes Doppelstipellum besitzen, zu der Sektion Synstipellata zusammen.

Dieses Spitzchen ist aber kein ausschließlich charakteristisches Merkmal für die 5 Arten, die Engler in dieser Beziehung aufführt, sondern ist bei allen Zygophyllum-Arten mit gefiederten Blättern ausgebildet und ist auch bei den mehrpaarig gefiederten Blättern zwischen dem letzten Blättchenpaar vorhanden. Es ist überhaupt nicht erklärlich, warum diese Endbildung der Rhachis von Engler als Stipellum bezeichnet wird, da wir niemals bei einzelnen Blättchen derartige Stipellumbildungen finden; und somit ist auch kein Grund für eine Homologisierung solcher Rhachisenden mit Stipellumbildungen gegeben. Das sogenannte „Stipellum" ist also nicht anderes als ein kleiner Rhachisfortsatz.

C. Behaarung.

In der Gattung sind mehrere Arten mit einer dichten, filzigen Behaarung bedeckt, andere Arten sind dagegen vollkommen kahl. Es läßt sich zeigen, daß die Neigung zur Behaarung in verschiedenen Gruppen ausgeprägt ist, aber bei den einzelnen Arten verschieden stark, wie folgende Beispiele bestätigen sollen.

Einige strauchige Vertreter fallen auf durch ihre graue Behaarung. So bedeckt eine sehr dichte filzige Behaarung die Sepalen und Fruchtknoten und alle vegetativen Organe außer den Nebenblättern von *Z. incanum* Schinz. Dagegen sind nur der Fruchtknoten, die Außenseite der Kelchblätter und die jungen vegetativen Organe (außer den Nebenblättern) von *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. und *Z. longistipulatum* Schinz filzig behaart. Später verlieren diese Teile die dichte Behaarung, aber meistens sind noch Spuren davon vorhanden. Am deutlichsten kommt die Neigung zur Behaarung am Fruchtknoten zum Ausdruck: auch wenn alle anderen Organe einer Haarbedeckung entbehren, ist der Fruchtknoten noch behaart. *Z. suffruticosum* Schinz ist vollkommen kahl, nur die Blättchen besitzen mitunter einzelne zerstreute Haare. Bei dieser Art wie auch bei *Z. Trothai* Diels und *Z. latialatum* Engl. ist der Fruchtknoten dünn behaart.

Z. Morgsana ist kahl, nur die Spitzen der Kelchblätter sind kurz bewimpert. Daß sogar der Fruchtknoten hier jeder Haarbedeckung entbehrt, weist auf eine etwas entferntere Verwandtschaft hin. Eigentümlich ist die Lokalisierung der Haarbedeckung bei *Z. dumosum* Boiss., bei dem die vegetativen Teile dicht weiß anliegend behaart sind, der Fruchtknoten dagegen dünner behaart als die vegetativen Organe. Auffallend ist oft die dichte Behaarung der zylindrischen Blattstiele, die zwei kahle Blättchen tragen, die aber in der Jugend dünn behaart sind, später diese Behaarung beinahe vollständig verlieren. *Z. bucharicum* B. Fedtsch., das nahe verwandt mit *Z. dumosum* ist, ist kahler als letzteres.

In der Aufstellung der Sektion Mediterranea (Engl. [1915] 732; [1931] 162) wird „der sehr eigenartige, weichhaarige, reichverzweigte Strauch *Z. album* L." erwähnt. Auch *Z. hamiense* Schweinf., *Z. cornutum* Coss., und *Z. Geslini* Coss. sind mit einer

sehr dichten, weißfilzigen Haarbedeckung überdeckt, und zwar folgende Organe: jüngere Stengel, Blättchen und Blattstiele, Nebenblätter, Blütenstiele, Sepalen an der Außenseite und der Fruchtknoten; mitunter auch der untere Teil des Griffels. *Z. Fontanesii* Webb und Berth. ist meistens etwas dünner behaart auf Stengel und älteren Blättern, aber der Fruchtknoten ist dicht filzig behaart. Die vegetativen Teile von *Z. coccineum* L. sind fast vollkommen kahl, nur alle jungen Teile sind mit einer kurzen, weißen Behaarung bedeckt. Der Fruchtknoten aber ist kurz filzig behaart.

Eine südwestafrikanische Art, *Z. cinereum* Schinz, fällt durch ihre matt silbergrauen Zweige auf, die kurz anliegend behaart sind. Auch der Fruchtknoten und die jungen Blätter sind behaart.

Die Vertreter anderer Gruppen sind dagegen vollkommen kahl oder nur dünn behaart. So sind z. B. *Z. Dregeanum* Sond. und alle nahe verwandten Arten kahl. Nur *Z. tenue* Glover besitzt oben am Fruchtknoten und an den Außenspitzen des Kelches eine dünne Haarbedeckung. Auf dem Fruchtknoten können sich statt spärlicher Haare kleine Wärzchen befinden.

Z. fulvum L., *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond., *Z. leucocladum* Diels und die meisten der nahe stehenden Arten sind vollkommen kahl. Einige Arten aber, die zweifellos in diese Verwandtschaft gehören, besitzen eine Haarbekleidung auf einigen oder allen Organen. So sind die Kelchblätter von *Z. foetidum* Schrad. et Wendl. oft mit einer dichten filzigen Haarbekleidung bedeckt. Diese Haarbedeckung kann auch dünner sein oder kann ganz fehlen. Dagegen bedeckt eine eigentümliche Haarbekleidung die jüngeren Stengel, Blätter, Blüten- und Fruchtstiele von *Z. teretifolium* Schlechter. Die 1/2 mm langen, weißen, hyalinen Haare stehen hier mehr oder weniger zerstreut, einzeln dem bloßen Auge wahrnehmbar. Der Kelch ist kahl oder weist wenig einzeln stehende Haare auf.

Vollkommen kahl, ohne jede Spur von Behaarung, sind auch die beiden sich nahestehenden Arten, *Z. Hildebrandtii* Engl. und *Z. Robecchii* Engl. aus Somaliland.

Auch die südafrikanischen Arten mit einfachen Blättern, wie z. B. *Z. cordifolium* L. f. und *Z. paradoxum* Schinz entbehren jeder Haarbekleidung.

Schließlich ist auch noch das eigenartige *Z. Stapfii* Schinz als kahl zu erwähnen.

Auch die asiatischen Gruppen Fabago und Sarcozygium sind kahl. *Z. atriplicoides* Fisch., das einer anderen asiatischen Gruppe, Halimiphyllum, angehört, ist auch kahl, aber in der Jugend sind die Blätter behaart.

Die beiden australischen Gruppen Roepera und Roeperiopsis umfassen nur kahle Arten.

D. Aufbau des Sprosses.

Den morphologischen Grundtypus des Sproßaufbaus in der Gattung Zygophyllum stellt *Z. decumbens* Del. dar. Taf. III.

In dem generativen endständigen Teil des Sprosses liegt ein Anthokladium vor, in diesem Falle ein vielblütiges Dichasium. Eine Blüte a schließt die Achse A ab. Die beiden Vorblätter, α und β, sind laubig und unterscheiden sich nicht von den Laubblättern. In ihren Achseln entwickeln sich Seitenzweige B_1 und B_2, die mit den Blüten b_1 und b_2 abschließen. Der Seitenzweig B_1 ist dem Sproß B_2 gegenüber gefördert und wird meistens zur Fortsetzung der Hauptachse. Dabei drängt er die eigentliche Hauptachse, welche mit der Endblüte a abschließt, zur Seite, so daß sie neben dem geminderten Seitenzweig B_2 in der Achsel des Vorblattes β zu stehen scheint. Die weitere Verzweigung beider Seitenzweige, B_1 und B_2, verläuft nach demselben Schema, wobei abwechselnd, der linke und der rechte Seitenzweig in der Entwicklung gefördert werden. An den äußersten Sproßgliedern ist oft nur noch der geförderte Seitenzweig ausgebildet.

Bei *Z. decumbens* weist auch der geminderte Seitenzweig B_2 eine kräftige Entwicklung auf und bildet den Ausgangspunkt eines vielblütigen Dichasiums, das aber sehr weit hinter dem Dichasium zurücksteht, das von dem geförderten Seitenzweig B_1 eingeleitet wird.

In der oberen blühenden Region sind die Blätter einfach und sitzend. An den Enden der Zweige besteht der geminderte Sproß oft nur aus einer Blüte. Die Vorblätter sind gar nicht oder äußerst gering am Sproßgrund entwickelt. Daher scheint es, als ob zwei Blüten in der Achsel eines Blattes stehen.

In der Achsel des Blattes, welches den geförderten Seitenzweig trägt, kann sich neben diesem serial absteigend ein Beisproß entwickeln. Dieser steht in seinem Aufbau dem geminderten nahe, bleibt jedoch um mehrere Sproßglieder hinter diesem zurück, oder er ist reduziert und schließt sofort mit einer Blüte ab, oder er ist zu einem kurzen Zweigchen entwickelt, von dem nur das erste Blattpaar zur Entwicklung kommt.

Der generative Aufbau von *Z. Dregeanum* Sond. schließt sich eng an den von *Z. decumbens* Del. an. Hier stehen die Blüten aber dicht gedrängt. Die ganze generative Sphäre veranschaulicht uns hier den Übergang von Anthokladium zur Infloreszenz, da sich hier schon eine Reduktion der Blätter zum Sproßende verfolgen läßt.

Bei *Z. prismatocarpum* Sond. tritt die generative Sphäre des Gesamtsprosses viel später auf, als bei *Z. decumbens*. Der Strauch wächst erst vegetativ und bildet mehrere Sproßglieder. In den Achseln der gegenständigen Laubblätter entwickeln sich Seitenzweige. Wenn die Pflanze zur Blüte schreitet, läßt sich der typische wicklig-dichasiale Aufbau deutlich in der Blütenregion erkennen: an den Enden vieler Zweige entwickeln sich die Blütenstände, die wicklig-dichasial aufgebaut sind. Gegenüber *Z. decumbens* weist der generative Aufbau von *Z. prismatocarpum* aber einige Unterschiede auf:

1. Der geminderte Achselsproß ist sehr stark gemindert: die geminderten Sprosse der 2 oder 3. Ordnung können schon auf eine Blüte mit zwei winzigen Hochblättern reduziert sein, sie können ganz verschwinden, und das Dichasium geht in eine wenig-blütige Wickel über.

2. Die Blätter innerhalb der Blütenregion sind zu kleinen Hochblättern zurückgebildet.

3. Die generative Zone (hier ein Blütenstand) ist viel kürzer, höchstens 10 cm lang. In der Blütenregion findet kein nennenswerter Zuwachs statt, wie bei *Z. decumbens*, sondern es tritt wahrscheinlich eine Übergipfelung durch Zweige ein, die dicht unter dem Blütenstand stehen. Diese gehen aus den Achselknospen der weiter unten stehenden Laubblätter des Sprosses hervor, der oben mit einem Blütenstand abschließt. Hier ist ein deutlicher Blütenstand ausgebildet.

Infolge der abwechselnden Förderung des rechten und des linken Seitenzweiges scheint der Blütenstand eine Rispe zu sein (siehe Beschr. in Fl. Cap.). Bei *Z. prismatocarpum var. diffusum* sind die Vorblätter groß und laubig, daher die falsche Beschreibung in Fl. Cap.: „pannicle more leafy".

Die Ausbildung eines ausgesprochenen Blütenstandes ist aber die Ausnahme und findet nur bei *Z. Dregeanum* und *Z. prismatocarpum* statt. Die übrigen Arten weisen wie Z. decumbens Anthokladien in ihrer generativen Zone auf.

So schließt *Z. simplex* L. sich in seinem Aufbau auch an das Schema von *Z. decumbens* an. Hier aber liegt wieder ein Anthokladium vor.

Die untersten Internodien des Keimlings von *Z. simplex* sind sehr kurz. In dem vorhandenen getrockneten Material waren die dazu gehörigen Blätter meistens nicht mehr vorhanden, und man konnte ihre frühere Lage nur durch die Narben am Stengel feststellen. Aus dem getrockneten Material ergibt sich dieses Bild: In der Fig. B ist A die Hauptachse, Co das Keimblattpaar, Y und Z, und α_1 und β_1 die ersten Laubblattpaare. In einigen

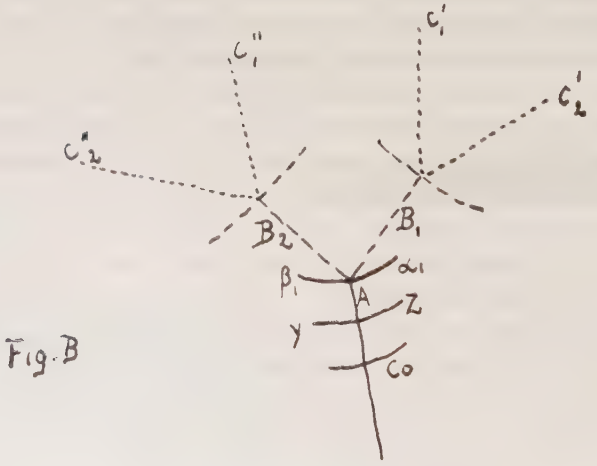


Fig. B

Fällen haben die Achselknospen der Blätter α_1, β_1 sich schon entwickelt zu den Achselsprossen B_1 und B_2. Dabei konnte bei

dem getrockneten Material nicht festgestellt werden, ob eine Blüte die Hauptachse A abgeschlossen hatte und abgefallen war, oder ob sie überhaupt nicht vorhanden war, d. h. ob der Vegetationspunkt der Hauptachse in eine Blüte verbraucht wird, oder ob er verkümmert. An den Achselsprossen B_1 und B_2 wird je nur ein einziges Blattpaar ausgebildet, dessen Achselknospen sofort die Achselsprosse C_1' und C_2' und C_1'' und C_2'' bilden. Oberhalb des Blattpaares ist nichts von den Achsen B_1 und B_2 zu sehen. Die betreffenden Vegetationspunkte sind entweder verkümmert, oder sie haben je eine Endblüte erzeugt, die abgefallen ist. Dieser dichasiale Aufbau setzt sich fort. Bald aber tritt eine Förderung des einen Achselsprosses vor dem gegenüberstehenden ein. Dabei werden immer abwechselnd der rechte und der linke Achselsproß gefördert, so daß eine wicklig-dichasiale Verzweigung erfolgt. Die Förderung bzw. Minderung ist hier aber sehr stark, so daß in der Blütenregion die geminderten Achselsprosse frühzeitig in Wickeln übergehen. Bei *Z. decumbens* war der geminderte Achselsproß immerhin noch, wenn auch weniger oft verzweigt, dichasial aufgebaut, nur an den äußersten Sproßgliedern wurde nur der geförderte Achselsproß ausgebildet. Auch bei *Z. simplex* L. werden Beiknospen ausgebildet.

Wenn es auch bei dem getrockneten Material nicht möglich war, festzustellen, welcher Ordnung die Achse war, die zuerst mit einer B l ü t e abgeschlossen wurde, ist es jedenfalls deutlich, daß der sympodiale Aufbau schon nach wenigen Internodien einsetzt.

Mehrere Arten schließen sich in ihrem generativen Aufbau an die geschilderten Typen an:

So ist die erste Verzweigung des Anthokladiums und jedes geförderten Sprosses von *Z. Maximiliani* Schlechter dichasial. Der eine Achselsproß entwickelt sich kräftiger, und der andere geht entweder sofort oder nach wenigen weiteren dichasialen Verzweigungen in eine Wickel über.

Bei *Z. tenue* Glover verzweigt sich das Anthokladium anfangs dichasial. Die Endstücke der blühenden Zweige bestehen aus ungefähr 3—4 blütigen Wickeln.

Eigentümlich für diese Fälle war folgende Tatsache: wenn einmal eine Blüte eine Achse abgeschlossen hatte, dann war der

weitere Aufbau rein generativ. Bei anderen Arten dagegen, z. B. *Z. microcarpum* Licht. ex Cham., können die Achselsprosse der Vorblätter einer Blüte vegetativ weiter wachsen. Sie können sogar auch aus mehreren Internodien aufgebaut sein, bevor sie sich dichasial bzw. wicklig weiter verzweigen (Taf. IV, fig. 1).

In den Artendiagnosen, so z. B. von Sonder in Fl. Cap. werden die Blüten öfters fälschlich beschrieben als einzeln oder zu zwei in den Achseln der Laubblätter stehend. Eichler hat zuerst auf die Unrichtigkeit dieser Behauptung aufmerksam gemacht und darauf hingewiesen, daß ein wicklig-dichasialer Aufbau der vegetativen Zone der Zygophyllaceen zugrunde liegt.

Von diesem Grundtypus kommen Abweichungen vor.

So stehen die Blüten bei *Z. spinosum* L. nur selten in den Gabelwinkeln, sondern es sind hauptsächlich die äußersten Verzweigungen, die mit einer Blüte abgeschlossen werden. Die unteren Seitenzweige schließen in Dichasien ab, deren Mittelblüte zumeist abortiert; nur in seltenen Fällen wurde die Mittelblüte beobachtet. In der Fig. 2 stellt B_1 den geförderten Sproß dar, der wieder mit einem Dichasium endet, dessen Mittelblüte fehlt. Die geförderten Sprosse folgen überhaupt diesem geschilderten Aufbau.

Bedeutend schwieriger in bezug auf die morphologische Deutung des Sproßaufbaus liegen die Verhältnisse bei den geminderten Seitenzweigen. Betrachten wir den geminderten Seitenzweig C_2. Dieser weist zwei Vorblätter auf und endet mit zwei Blüten. Ist nun d_2 als Mittelblüte des Dichasiums und d_1 als allein vorhandener Seitentrieb des einen Vorblattes zu deuten? Diese morphologische Deutung ist deswegen unwahrscheinlich, weil es merkwürdig wäre, daß plötzlich wieder in an sich geminderten Seitensprossen ein Organ auftreten soll, das bereits im geförderten System nicht auftritt. Wir gehen wohl nicht fehl, auch hier eine völlige Reduktion der Mittelblüte anzunehmen, und d_2 als den nochmals geminderten Seitentrieb des schon geminderten Systems anzusehen. d_1 ist der geförderte Trieb des an sich geminderten Seitensprosses.

Es kommt außerdem auch vor, daß zwei oder mehrere Blüten in den Gabelwinkeln oder scheinbar in den Laubblatt-

achseln stehen. Das ist der Fall bei *Z. Fabago* L. und *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond. Eichler hat *Z. Fabago* lebend untersucht. Dabei fand er, daß von den zwei Blüten in den Gabelwinkeln diejenige, die nach der Seite des geminderten Beisprosses hin oder (wenn diese ganz ausbleibt) nach dem betreffenden Vorblatt steht, die später sich öffnende Blüte ist. Hieraus schließt er, daß diese Blüte einen serial-oberständigen Beisproß zu dem Zweig aus der Achsel von β darstellt.

Dagegen ist der generative Aufbau von *Z. Stapfii* Schinz außerordentlich eigenartig. Engler faßt diesen Blütenstand als eine „vielblütige Rispe mit bifoliolaten Bracteen" auf; Schinz schreibt, daß „die einblütigen Pedicelli zu 1—4 außergabelständig, scheinbar in der Achsel des einen — mitunter größeren Nebenblattes" stehen.

E. Blüte.

1. Zahlenverhältnisse bei der Blüte.

Die Blüten in der Gattung Zygophyllum sind vorwiegend fünfteilig. Eine geringe Zahl von Arten können auch vierteilige Blüten aufweisen. Von den australischen Arten sind die Blüten von *Z. prismatothecum* F. M., *Z. fruticulosum* DC., *Z. Billardierii* DC. und *Z. glaucescens* F. M. gewöhnlich vierteilig. Von den südafrikanischen Arten besitzen *Z. cordifolium* L. f. und *Z. paradoxum* Schinz mitunter vierteilige Blüten. Es scheint, daß *Z. Morgsana* L. meistens vierteilige Blüten besitzt. Das asiatische *Z. atriplicoides Fisch. var. tetramerum* M. Pop. besitzt regelmäßig vierteilige Blüten.

Die fünfteiligen sowie die vierteiligen Blüten sind meistens isomer. Die Staubblätter sind obdiplostemon. Oligomerie ist äußerst selten und kommt nur in der monotypischen Sektion Sarcozygium (Bunge) Engl. vor. Das dazu gehörige *Z. xanthoxylum* Baill. besitzt einen 2—3- (4-)fächerigen Fruchtknoten.

Dagegen habe ich gelegentlich bei *Z. album* L. einen 6-fächerigen Fruchtknoten beobachtet und bei *Z. Fontanesii* Webb und Berth. neben den gewöhnlichen 5-fächerigen einen 6-(7-) fächerigen Fruchtknoten.

2. Petalen.

Petalen sind bis auf einige Ausnahmen immer vorhanden: nur in der monotypischen Gattung Miltianthus, die Popov zu der Gattung Zygophyllum gestellt hat, fehlen sie.

Als Farbe der Blumenkrone herrschen die weißen bis gelben Töne vor. Nur *Z. coccineum* L. besitzt mitunter auch rote Blüten. Hervorzuheben ist auch die goldgelbe Farbe der Krone des *Z. pubescens* Schinz. Bei den anderen Arten, wenigstens in getrocknetem Material, ist die gelbe Färbung viel blasser. So ist die hellere Färbung der Krone typisch für den Verwandtschaftskreis des *Z. Dregeanum* Sond., bei denen die Petalen weiß bis gelb sind und keinen roten Fleck besitzen. Dagegen ist der rote Fleck an der Basis der Petalen von *Z. fulvum* L. besonders schön und deutlich. Bei *Z. sessilifolium* L. ist der Fleck meistens größer als die Hälfte des Petalums, besteht dann aber meist aus dunklen (violett-roten in getrocknetem Material) Streifen, die auf die Nerven beschränkt sind. Die Angaben der Farben beziehen sich natürlich auf getrocknetes Material und Sammlerangaben.

Das Petalum wird deutlich nach unten verschmälert und ist bei vielen Arten an der Basis benagelt. Besonders deutlich und lang benagelt sind die Arten, die *Z. simplex* L. nahe stehen, wie z. B. *Z. Dregeanum* Sond. und *Z. cylindrifolium* Schinz, und auch die Arten, die dem *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. nahe stehen, wie z. B. *Z. incanum* Schinz, *Z. longistipulatum* Schinz, *Z. Trothai* Diels, *Z. suffruticosum* Schinz. Dagegen ist das Petalum bei anderen Arten, so z. B. *Z. sessilifolium* L., nur keilförmig nach der Basis zu verschmälert.

3. Anhängsel der Staubfäden.

Die Staubfäden der meisten Arten besitzen Anhängsel auf der Vorderseite an der Basis. Die Form der Anhängsel ist sehr variabel, aber artkonstant. Bei den meisten Arten sind die Anhängsel ganz, d. h. nicht gelappt oder gespalten.

Einige Arten jedoch, wie z. B. *Z. Dregeanum* Sond. und *Z. simplex* L., besitzen dünne, hyaline Anhängsel, die bis auf ein kurzes Stück an der Basis gespalten sind, und deren Segmente

seitlich stehen (Taf. V, fig. 10, 11). Die Segmente der gespaltenen Anhängsel sind in allen Fällen länglich und ziemlich stumpf, nur *Z. prismatocarpum* Sond. besitzt sehr kurze, abgestutzte Segmente. Glück (Blatt- und blütenmorphologische Studien, 1919) faßt diese Anhängsel als Nebenblattgebilde auf und weist (S. 643 und Fig. 275) auf die Übereinstimmung zwischen den hyalinen Nebenblättern und den Anhängseln der Staubfäden bei *Z. simplex* L. hin.

Die allermeisten Arten sind aber mit einem meist großen Anhängsel vorn an der Basis des Staubblattes ausgestattet. Das Anhängsel ist teilweise mit dem Filament verwachsen, entweder nur an der Basis oder zwei Drittel ihrer Länge (wie bei *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond.). Nach Glück ist ein derartiges Anhängsel ein Herkömmling der Laubblattstipeln, welche als „paarige Gebilde" auftreten können (freie Nebenblätter) oder als „Interpetiolarstipeln" (verwachsene Nebenblätter). (Glück, S. 652 und Fig. 280, 281).

Die Anhängsel bei *Z. microcarpum* Licht. ex. Cham. und den nahestehenden Arten, wie z. B. *Z. Trothai* Diels, sind sehr breit und nach hinten zurückgeschlagen (Taf. V, fig. 12). Nach Glücks Deutung des Anhängsels als Stipulargebilde könnte man die Anhängsel des *Z. microcarpum* deuten als zwei seitliche Nebenblätter, die auf der Vorderseite verwachsen sind. Diese Anhängsel sind hyalin, breit verkehrt-eiförmig, oben gerade abgestutzt und gekerbt, nach hinten an den Seiten umgebogen. Außer den Verwandten von *Z. microcarpum* kommen kurze, breite Anhängsel nur bei dem *Z. Migiurtinorum* Chiov. aus Somaliland vor, bei dem aber die Anhängsel kleiner und oben nicht abgestutzt sind.

Die Arten aus der Verwandtschaft von *Z. album* L. — außer dem oben genannten *Z. Migiurtinorum* Chiov. — wie z. B. *Z. coccineum* L., *Z. amblyocarpum* Bak., *Z. Fontanesii* Webb und Berth., besitzen längliche, spitzeiförmige Anhängsel, die nur wenig kürzer als die Staubfäden sind. In den meisten Fällen sind diese Schuppen ganzrandig, bei *Z. Fontanesii* Webb et Berth. sind sie etwas gekerbt, bei *Z. album* und *Z. coccineum* L. sind sie mitunter mit zwei Spitzchen oben versehen (Taf. V, fig. 8, 9).

In den anderen Gruppen ist die Übereinstimmung in Form und Größe bei allen zugehörigen Arten nicht so groß. Vielmehr drückt sich hier die Verwandtschaft der Arten mehr in den Übergängen der Anhängselform und -größe aus. Die Anhängsel von *Z. teretifolium* Schlechter sind ungefähr 3 mm lang und 1 mm breit und oben und an den Seiten kurz bewimpert. Dagegen sind die Schuppen von *Z. divaricatum* E. und Z. hauptsächlich oben etwas gezähnt und bis kurz bewimpert, und auf der Vorderseite etwas papillös. Breit elliptisch, oben und an den Seiten gezähnt bis kurz bewimpert, finden wir die Anhängsel bei *Z. fulvum* L. Die Rückenseite ist papillös oder mit zwei Reihen Wärzchen oder kurzen Wimpern versehen. *Z. sessilifolium* L. fällt auf durch ihre Anhängsel, die länger als die Hälfte der Staubfäden sind und eine Länge von 4 mm erreichen. Der Staubfaden ist ungefähr 5 mm lang. Die Anhängsel sind ringsherum bewimpert, von länglich elliptischer Form, oben abgestutzt oder abgerundet. Der extreme Fall wird dargestellt bei *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond. und *Z. glaucum* E. M. ex Sond. Hier bleiben die Anhängsel ungefähr 2 mm hinter den Staubfäden zurück, werden beinahe 5 mm lang, etwas mehr als 1 mm breit, und sind oben meist abgestutzt. Dabei sind sie oben, an den Seiten und auf der Vorderfläche lang bewimpert (Taf. V, fig. 13—15).

Schließlich sind unter den etwa 80 Arten der Gattung 4 Arten zu verzeichnen, bei denen die Anhängsel der Staubfäden ganz fehlen, nämlich *Z. Hildebrandtii* Engl. und nach Engler *Z. Robecchii* Engl. aus Somaliland, und *Z. Billardierii* DC. und *Z. fruticulosum* DC. aus Australien.

4. Form der Fruchtknoten.

In der Gattung Zygophyllum finden wir die Tendenz zur Verwachsung von 5 Karpellen zu einem einheitlichen 5-fächerigen Fruchtknoten. Mit wenigen Ausnahmen ist ein solcher Fruchtknoten charakteristisch für die Gattung.

Bei *Z. Fontanesii* Webb und Berth. ist die Verwachsung der Griffel noch nicht streng durchgeführt. Die Blüten besitzen entweder fünf freie Griffel, oder die Griffel sind zu einem verwach-

sen, der aber fünf freie Narben aufweisen kann. Diese Unterschiede treten oft auf derselben Pflanze auf. Im oberen Teil ist auch der Griffel von *Z. hamiense* Schweinf. mitunter 5-teilig, oder der Griffel kann oben in 5 Narben gegliedert sein (Taf. V, fig. 2).

Auf einfacher Stufe steht aber auch *Z. simplex* L. Die Karpelle sind nur an der Bauchnaht miteinander verwachsen, aber sie sind so dicht gegeneinander gedrückt, daß der Fruchtknoten aussieht, als ob die Karpelle an ihren Seitenwänden vollkommen miteinander verwachsen und nur an der Außenseite etwas vorgewölbt wären (Taf. V, fig. 5, a, b). Die 5 Griffel sind in ihrer ganzen Länge miteinander verwachsen. Bei den nahe verwandten Arten, so z. B. *Z. tenue* Glover und *Z. cylindrifolium* Schinz, sind die Karpelle tatsächlich miteinander verwachsen, und zwar nicht nur an der Bauchnaht. In diesem Verwandtschaftskreis besitzen *Z. cylindrifolium* Schinz, *Z. retrofractum* Thunb. und *Z. prismatocarpum* Sond. spindelförmige, kantige Fruchtknoten. Der Fruchtknoten wird rasch in den ungefähr halb so kurzen oder noch kürzeren Griffel verschmälert. Der Fruchtknoten ist kahl, aber der obere Teil kann mit Wärzchen bekleidet sein bei *Z. retrofractum* und *Z. tenue*. Dagegen besitzen *Z. simplex* L., *Z. Dregeanum* Sond., *Z. decumbens* Del., und *Z. Maximiliani* Schlechter kürzere, 1—2 mm lange Fruchtknoten mit verhältnismäßig langem Griffel.

In dem Verwandtschaftskreis von *Z. album* L. zeigen die Fruchtknoten große Übereinstimmung in ihrer Form (Taf. V, fig. 2, 3). Die Fruchtknoten weisen alle dichte bis filzige Behaarung auf. Bei *Z. Fontanesii* Webb und Berth. ist der Fruchtknoten einförmig, im oberen Teil aber mit fünf flachen Furchen an den Scheidewänden zwischen den Fächern versehen. Bei *Z. coccineum* L. ist der Fruchtknoten kurz zylindrisch, in seiner ganzen Länge aber mit 5 Furchen versehen. Bei diesen beiden Arten steht der Griffel nicht in einer Einbuchtung am apikalen Teil des Fruchtknotens. Bei *Z. album* ist der Fruchtknoten oben oft etwas breiter als unten, und bei *Z. cornutum* Coss. sind seitlich hervorspringende Ecken im oberen Teil der Karpelle angedeutet. Die Einförmigkeit bei den Fruchtknoten in dieser Gruppe ist deswegen zu beachten, weil später eine

große Verschiedenheit in der Gestalt der reifen Früchte bei den verschiedenen Arten vorliegt.

Eine südwestafrikanische Art, *Z. cinereum* Schinz, schließt sich in der Form ihrer Fruchtknoten an diese Gruppe an, und zwar an *Z. Fontanesii* und *Z. coccineum*. Die Fruchtknoten der erstgenannten Art sind zylindrisch oder länglich eiförmig und verschmälern sich allmählich in den Griffel (Taf. V, fig. 14).

Eine große Übereinstimmung in Form und Größe der Fruchtknoten ist auch für die Arten aus der Verwandtschaft von *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. charakteristisch. Bei diesen ist der Fruchtknoten meist klein, 1½—2 mm lang und oben ungefähr 1½ mm breit, etwas verkehrt-eiförmig, gefurcht und oben etwas eingesenkt. Der Griffel ist länger als der Fruchtknoten und erreicht eine Länge von 3—5 mm. Je nach der Art sind die Fruchtknoten entweder dick filzig behaart oder nur in den Furchen behaart (Taf. V, fig. 7).

Dagegen tritt bei den südafrikanischen und den anderen südwestafrikanischen Arten eine Mannigfaltigkeit in der Form ihrer Fruchtknoten auf. Die Karpelle von *Z. teretifolium* Schlechter sind an der Mittelrippe etwas zusammengedrückt und gehen allmählich in den Griffel über, der schwach angedeutet 5-flügelig ist. Auch der Fruchtknoten von *Z. crassifolium* Schlechter besitzt Fächer, die an der Mittelrippe etwas zusammengedrückt sind. Bei diesen ist der Griffel aber rund, d. h. vollkommen verwachsen. Von den Arten mit kugeligen Fruchtknoten wäre *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond. zu nennen. Bei dieser Art, wie auch bei *Z. fulvum* L. und *Z. sessilifolium* L., sind die Fächer nur ein wenig nach außen ausgebuchtet, und die Form des gesamten Fruchtknotens ist bei den beiden letzteren etwas eiförmig. Etwas länglich-eiförmig ist der Fruchtknoten von *Z. oocarpum* Loes., der auch allmählich in den Griffel übergeht und deren Fächer auch etwas ausgebuchtet sind. Weiter besitzen *Z. pygmaeum* E. und Z. und *Z. spinosum* L. kleine kugelige Fruchtknoten, die ungefähr 2 mm lang und ungefähr auch so breit sind. Sie sind im Querschnitt rund, oder die Fächer sind nur ganz wenig ausgebuchtet. Der Griffel ist sehr lang. *Z. spinosum* L. geht rasch in den Griffel über, mit-

unter steht er sogar in einer andeutungsweise vorhandenen Einbuchtung des Fruchtknotens.

Dagegen ist die Form des Fruchtknotens wieder ungefähr konstant bei den südafrikanischen Arten mit einfachen Blättern. Diese Arten, so z. B. *Z. cordifolium* L. f. und *Z. paradoxum* Schinz, besitzen ungefähr verkehrt-eiförmige Fruchtknoten, die (2—) 3 mm lang werden und 2 mm breit. Die Fächer sind etwas zusammengedrückt, so daß der Fruchtknoten scharf 5-eckig wird. Der Griffel wird 5—7 mm lang.

F. Frucht.

Die großen Verschiedenheiten, die die Früchte aufweisen, erlauben eine Gruppierung in verschiedene Gruppen.

Die Früchte von *Z. simplex* L. sind verkehrt-eiförmig, ungefähr 3—4 mm lang und 3 mm breit. Die Fruchtfächer sind weitgehend frei. Die Ablösung der Fruchtfächer von der Mittelsäule erfolgt von unten nach oben, wobei sie sich an ihrer Bauchnaht öffnen. Endokarp und Exokarp bleiben fest zusammen. Die Früchte von *Z. decumbens* Del. sind etwas größer (4—5 mm lang) und kreiselförmig, von *Z. prismatocarpum* Sond., *Z. cylindrifolium* Schinz und *Z. tenue* Glover länglich prismatisch, aber immer sind sie scharf fünfkantig. Nur bei einer Art aus dieser Verwandtschaft, *Z. clavatum* Schlechter et Diels, ist die Frucht nicht scharf fünf-kantig. Hier ist die Frucht von oben nach unten scharf zusammengedrückt. Die Öffnungsweise für diese und andere verwandte Arten ist so, wie sie oben für *Z. simplex* beschrieben wurde. In seltenen Fällen setzt sich die Spaltung der Fruchtfächer von *Z. simplex* am unteren Ende noch ein wenig bis in die Rückennaht fort.

Die in dem Verwandtschaftskreis von *Z. album* L. stehenden Arten weisen nur geringe Unterschiede im unreifen Fruchtknoten auf. Um so auffälliger sind die Unterschiede bei den reifen; wenn überhaupt etwas hierbei stärker entwickelt wird, so ist es stets der obere Teil des Fruchtknotens (Taf. V, fig. 27 bis 30).

Die Frucht von *Z. Fontanesii* Webb und Berth. ist kugelförmig oder etwas länger als breit mit 5 Furchen zwischen den Fächern. Die Fruchtfächer lösen sich allmählich voneinander ab und öffnen sich langsam an der Bauchnaht. Die Früchte von *Z. coccineum* L. und *Z. prismaticum* Chiov. sind prismatisch. Die einzelnen Fruchtflächen lösen sich voneinander und von der Mittelsäule (bleiben aber oben an der Spitze im Zusammenhang): Dabei öffnen sich die einzelnen Fächer an der Bauchnaht. Die Frucht von *Z. Geslini* Coss. ist regelmäßig kugelig, die einzelnen Fruchtfächer markieren sich nur schwach und durch apikale Ecken. Die Form der Frucht variiert bei *Z. album* L., ist aber meistens verkehrt-eiförmig bis kreiselförmig, oben in der Mitte eingedrückt, bisweilen mit Karpellen, die oben seitlich hervorspringen. Hier aber bleiben die Seitenwände außen im Zusammenhang, aber in der Mitte lösen sich die Karpelle von der Mittelsäule, wobei sie sich an der Bauchnaht öffnen. Dieser Spalt wird etwas weiter nach außen in die Rückennaht fortgesetzt, so daß die Früchte unten fachspaltig erscheinen. Bei *Z. cornutum* Coss. ist die Öffnungsweise die gleiche, aber die oberen Teile der Karpelle sind in hornförmige Fortsätze verlängert, die so lang werden wie die Frucht selbst. Diese extreme Entwicklung der hornförmigen Fortsätze ist eine für Zygophyllum einzig dastehende Entwicklung. Die Tendenz zur Betonung der oberen Teile der Frucht kommt auch bei der morphologisch wie geographisch entfernten Sektion Roepera (siehe S. 62) zum Ausdruck.

Eine südwestafrikanische Art schließt sich in ihrer Fruchtbildung an *Z. coccineum* Coss. an. *Z. cinereum* Schinz weist ebenfalls länglich prismatische Früchte auf, deren Fächer sich von der Mittelsäule und voneinander ablösen und nur oben im Zusammenhang bleiben. Die einzelnen Fächer öffnen sich an der Bauchnaht, und der Spalt kann sich etwas über den unteren Teil der Rückennaht erstrecken (Taf. I, fig. 26).

Bei einer anderen südwestafrikanischen Gruppe, nämlich in dem Verwandtschaftskreis von *Z. microcarpum* Licht. ex Cham., entwickelt sich die Frucht etwas anders. Die Früchte von *Z. latialatum* Engl. sind 5-fächerig, die Fächer sind frei bis beinahe zur Mittelsäule und stark zusammengedrückt, so daß

die fünf flachen Fächer strahlenförmig vom Zentrum ausgehen. Der Durchmesser ist 12—14 mm. Das Endokarp ist fest und glänzend, das Exokarp netzadrig, und in einen kaum 1 mm breiten Flügel über das Endokarp verlängert (Taf. V, fig. 18). Die ganze Frucht sieht breit geflügelt aus, aber der echte Flügel ist schmal und besteht nur aus dem Exokarp. Englers Bezeichnung „l a t i a l a t u m" rührt daher, daß das ganz flach zusammengedrückte Fach breit f l ü g e l a r t i g e r s c h e i n t. Die Früchte öffnen sich scheidewandspaltig und enthalten meistens einen, selten zwei Samen in jedem Fach. Bei *Z. microcarpum* ist die Entwicklung der Frucht ähnlich, aber die Fruchtfächer verlängern sich über die Ansatzstelle des Griffels, und die Frucht kann folglich oben tief eingedrückt werden. Auch hier enthalten die Fächer meist nur einen Samen, und die eigentliche Flügelbildung ist auch hier nur 1 mm breit (Taf. V, fig. 20). Bei einer Art aus Palästina, *Z. dumosum* Boiss., erreicht der Flügel, an dem nur das Exokarp beteiligt ist, eine Breite bis 4 mm; der Durchmesser der Frucht beträgt bis 15 mm (Taf. V, fig. 19). Die höchste Entwicklung der Flügelbildung weist *Z. Morgsana* L. aus Süd- und Südwestafrika auf. Die Frucht ist sehr groß, 30—40 mm breit, oben und unten 10 mm tief ausgebuchtet. Eine Breite von 10 mm für die Flügel ist nichts Außergewöhnliches; sie können aber eine Breite von 15 mm erreichen, während das Fach oft um die Hälfte in der Breite zurückbleibt. Die Unterschiede in der Konsistenz der beiden Schichten in der Fruchtwand treten hier ganz besonders deutlich in Erscheinung. Das Endokarp ist sehr fest und glänzend, das Exokarp zart und dicht netzadrig (Taf. V, fig. 16, 17).

Z. fruticulosum DC. kommt in Formen mit großen und solchen mit kleinen Früchten vor. Die großen Früchte sind denen von *Z. Morgsana* auf den ersten Blick beinahe zum Verwechseln ähnlich. Sie sind bis 20 mm lang und breit, unten und oben tief eingebuchtet, 4-fächerig. Jedes Fach ist an der Rückenseite in einen breiten Flügel verbreitert, der aber a u s E n d o k a r p u n d E x o k a r p zusammengesetzt ist, im Gegensatz zu *Z. Morgsana* (siehe oben). Die Endokarpschichten sind fest zusammen verwachsen, so daß die Verlängerung des Faches e i n e n w i r k l i c h e n F l ü g e l ohne einen Hohlraum zwischen den

beiden Seiten bildet, also nicht einfach ein zusammengedrücktes Fach darstellt. Es ist kein scharfer Übergang vorhanden zwischen Fruchtfach und Fruchtflügel, wie bei *Z. Morgsana*, wo das Fruchtfach durch das Endokarp scharf abgegrenzt wird. Ich selbst habe bei letzterer Art nur Früchte gesehen, die sich nicht öffnen. Bentham (Fl. austr. I. 294) führt an, daß die Früchte sich entweder nicht öffnen, oder daß sie sich scheidewandspaltig in Kokken spalten, die sich nach innen öffnen.

Bei den Arten mit scheidewandspaltigen Kapseln, besonders bei den nordafrikanischen, ist es schwierig, an dem vorhandenen getrockneten Material zu unterscheiden, ob die Kapseln sich wirklich scheidewandspaltig öffnen oder ob sie in einzelne Kokken zerfallen, die sich an der Bauchnaht öffnen. Die Bezeichnung „scheidewandspaltige Früchte" schließt daher im systematischen Abschnitt auch Früchte ein, die in scheidewandspaltige Kokken zerfallen.

Kommen wir zu den Arten mit fachspaltigen Kapseln, so merken wir schon in der so gut morphologisch wie geographisch abgegrenzten Sektion Fabago eine Verschiedenartigkeit in der Ausbildung der Früchte. Die Früchte von *Z. Fabago* L. sind länglich prismatisch, die Fächer nur wenig zusammengedrückt und nicht geflügelt. Exokarp und Endokarp sind deutlich differenziert, aber sie lösen sich nicht voneinander ab. Bei anderen Arten, wie z. B. *Z. macropterum* C. A. M., entwickeln sich die Fächer breiter und erscheinen geflügelt, wie sie auch in den Bestimmungsschlüsseln angegeben werden. Echte Flügelbildung tritt hier aber nicht ein.

An die Sektion Fabago schließen sich zwei weitere asiatische Sektionen, Sarcozygium (Bunge) Engl. und Halimiphyllum Engl. an. Im Gegensatz zu der Sektion Fabago sind die Vertreter dieser Sektionen von strauchartigem Habitus. Die Fächer der Früchte aus diesen beiden Sektionen sind weitgehend frei und flach zusammengedrückt, so daß die Früchte geflügelt erscheinen. Die Früchte aus der Sektion Halimiphyllum sind fachspaltig; diejenigen aus der Sektion Sarcozygium werden als sich nicht öffnend beschrieben, z. B. auch von Popov. Unter den Früchten in Mus. bot. Berol. aber ist eine Frucht, die sich fachspaltig geöffnet hat.

Die südafrikanischen Vertreter mit fachspaltigen Kapseln weisen unter sich Unterschiede in der Form der Frucht und in dem Verhalten der Fruchtwandschichten auf.

So sind die Früchte von dem bis jetzt nur in einem fruchttragenden Exemplar vorhandenen *Z. laxum* Engl. im Umriß vollkommen kugelig, mit nur geringen Andeutungen von Furchen. Von den anderen Arten mit ziemlich lang gestielten Blättern besitzt *Z. glaucum* E. M. ex Sond. kleine kugelige Früchte, die aber zwischen den Scheidewänden gefurcht sind. Die Früchte von *Z. foetidum* Schrad. et Wendl. sind größer, etwas gewellt im Umriß. Die Früchte von *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond., die nur im unreifen Zustande zur Verfügung standen, werden größer, aber scheinen sich denen von *Z. foetidum* in der Form anzuschließen.

Dagegen sind die Früchte von *Z. fulvum* L. und *Z. macracanthum* v. Huyssteen, die beide sitzende Blätter haben, elliptisch (mehr kugelig bei *Z. macracanthum)* oder eiförmig, oben mit einem kleinen Spitzchen, dem Rest des abgefallenen Griffels, versehen, an der Mittelrippe eines jeden Faches etwas zusammengedrückt und ein wenig gefurcht zwischen den Scheidewänden. Die Früchte von *Z. fulvum* erreichen eine Länge von ungefähr 15 mm und eine Breite von ungefähr 12 mm. Ihre Fächer enthalten je 2—3 Samen. Die Früchte von *Z. crassifolium* Schlechter und *Z. teretifolium* Schlechter sind aber nicht gefurcht zwischen den Fächern. Alle die bis jetzt bekannten fachspaltigen Früchte der afrikanischen Arten sind oben abgerundet oder mit einem kleinen Spitzchen versehen oder spitz, aber niemals abgestutzt.

Endokarp und Exokarp verhalten sich verschieden bei den einzelnen Arten. Bei *Z. laxum* und *Z. glaucum* besteht das Exokarp aus dickem, aber ziemlich lockerem Gewebe. Das Endokarp ist viel dünner, fest und glänzend und scheint sich nicht abzuspalten, läßt sich aber leicht (wenigstens bei *Z. laxum*) abtrennen. Bei *Z. macracanthum* ist das Exokarp viel dünner und netzadrig, das Endokarp fest und glänzend. Die beiden Wandschichten scheinen fest zusammenzubleiben, lassen sich aber

ziemlich leicht voneinander trennen, da die Endokarpschichten zweier benachbarter Fächer sich von der Mittelsäule und voneinander an der Innenseite ablösen. Bei *Z. fulvum* ist das Exokarp auch dünn und trocken und netzadrig, und das Endokarp ist fest und glänzend. In der vollkommen reifen Frucht aber löst sich das Endokarp von dem Exokarp, und zwar oft, indem es sich in die Längsrichtung spaltet. Dieses Verhalten der beiden Wandschichten, das bis jetzt nur für die australischen Arten der Gruppe Roepera bekannt war und für diese gerade als charakteristisches und unterscheidendes Merkmal hingestellt wurde, konnte ich auch bei anderen südafrikanischen Arten feststellen, so z. B. bei *Z. crassifolium* Schlechter. Auch bei *Z. aureum* Dinter nom. msc. löst sich das Endokarp von Exokarp ab. Bei dieser Art ist die Frucht ungefähr kugelig. Dabei sind die Fruchtfächer an der Mittelrippe etwas zusammengedrückt, wobei das Exokarp ungefähr $^1/_2$ mm über das Endokarp verlängert ist, so daß die Frucht schmal 5-flügelig wird. Die Fächer offnen sich fachspaltig zwischen den Flügelschichten. Die Endokarpschichten lösen sich außerdem von der Mittelsäule ab, spalten sich voneinander (d. h. die Endokarpen zweier benachbarter Fächer spalten sich scheidewandspaltig voneinander, von innen anfangend) und rollen sich auf bis beinahe zur Mittelrippe. Wenn das Endokarp sich nicht so weit aufrollt, dann löst es sich zum Teil (auch von innen anfangend) von dem Exokarp und spaltet sich dabei in kurzen Längsrissen. Es bleibt immer außen an der Mittelrippe in Verbindung mit dem Exokarp.

Die Früchte von *Z. glaucescens* F. M. illustrieren das Verhalten der Wandschichten, wie es charakteristisch ist für die australischen Arten aus der Sektion Roepera. *Z. glaucescens* F. M. besitzt große, beinahe 2 cm lange und 1 cm breite Früchte mit ungefähr 6 Samen pro Fach. Dabei spaltet sich das Endokarp oft in mehrere schräge Längsrisse. Bei dieser Art ist die Trennung der beiden Wandschichten in der reifen Frucht eine vollständige. Auch bei den anderen verwandten australischen Arten, so z. B. bei *Z. apiculatum* F. M. und *Z. Kochii* Tate, löst sich das Endokarp vollständig von dem Exokarp, wobei es oft Längsrisse aufweist.

Eine charakteristische Entwicklung für einige australische Arten, die sonst in keiner anderen Gruppe mit fachspaltigen Früchten festgestellt worden ist, ist die Neigung, Kapseln zu entwickeln, die oben abgestutzt sind. *Z. iodocarpum* und *Z. Kochii* schließen sich noch in ihrer Fruchtentwicklung an die kapländischen Arten an, indem sie Kapseln besitzen, die oben abgerundet sind. Bei anderen Arten sind die Kapseln oben abgestutzt. So sind die Früchte von *Z. apiculatum* F. M. verkehrteiförmig, scharf 5-eckig, oben abgestutzt, und die Fächer sind oben an der Außenseite seitlich in ein kleines Spitzchen verlängert. Bei *Z. Billardierii* DC. sind die Kapseln kreiselförmig, oben abgestutzt und nach der Basis zu verschmälert. Die Frucht ist fünf-eckig. Die Ecken sind oben spitz oder in kurze waagerechte Anhängsel nach den Seiten hin verlängert (Taf. V, Fig. 22, 23).

Bei dem ebenfalls australischen *Z. prismatothecum* F. M. findet insofern eine Parallelentwicklung zu dem nordafrikanischen *Z. cornutum* Coss. (das aber scheidewandspaltige Kapseln besitzt) statt, als die oberen Teile der Karpelle besonders betont werden. Die Früchte von *Z. prismatothecum* sind prismatisch und 4-teilig. In der reifen Frucht ist jedes Fach oben eingeschnürt und alsdann in ein ungefähr 2 mm langes Anhängsel verlängert. Dieses Anhängsel besteht aus einem sterilen Auswuchs des Karpells und kann nicht mit dem Griffel oder der Narbe verwechselt werden, da der Griffel sich an dem eingesenkten apikalen Teil des Fruchtknotens befindet (Taf. V, fig. 26).

Schließlich sind noch *Z. cordifolium* L. f. mit den nächst verwandten Arten, wie auch das isoliert stehende *Z. Stapfii* Schinz, zu erwähnen, deren Früchte sich alle fachspaltig öffnen. Die Früchte von *Z. Stapfii* werden als breit geflügelt beschrieben. Diese Beschreibung ist aber unrichtig, da die Fächer, die weitgehend frei sind, nur stark zusammengedrückt sind.

Auch *Z. Hildebrandtii* Engl. und *Z. Robecchii* Engl. aus Somaliland besitzen Früchte, die sich fachspaltig öffnen. Hier sind die Früchte kurz-eiförmig und stumpf gelappt.

In dem systematischen Abschnitt werden wir auf die verschiedenen Fruchtformen zurückkommen.

G. Samen.

Die Aufquellung der Samenschale, deren Schleim den Samen an den Boden festklebt, verdient Erwähnung.

Engler, unterstützt von Diels, untersuchte die Samen einiger Arten aus verschiedenen Gruppen in bezug auf ihre Samenschale (Engler, 1896). Dabei konnte er feststellen, daß die Sektionen Fabago, Sarcozygium und Halimiphyllum in der Beschaffenheit ihrer Samenschale am meisten übereinstimmen. Hier erfolgt die Verschleimung durch eine Schicht großer Zellen, deren innere Membranschicht netzfaserig zerfällt. Bei den zwei nordafrikanischen Arten, *Z. coccineum* L. und *Z. album* L., sowie bei den zwei südwestafrikanischen, *Z. latialatum* Engl. und *Z. microcarpum* Licht. ex Cham., die untersucht wurden, zerfällt die innere Membranschicht der Epidermis in steil aufsteigende, hier und da netzförmig verbundene Fasern. Bei den beiden untersuchten kapländischen Arten, *Z. sessilifolium* L. und *Z. flexuosum* E. und Z. spaltet sich die innerste Membranschicht spiralig. Auch die australischen Arten aus der Sektion Roepera weisen diese Spiralfasern auf. Hier rollen sich die Fasern aber später auf.

III. Der Wert der einzelnen Merkmale für die systematische Gliederung der Gattung.

A. Einleitung: Bisherige Ansichten über den systematischen Wert der einzelnen Merkmale und Nachweis ihrer Revisionsbedürftigkeit.

Aus der geschichtlichen Übersicht ergibt sich, daß einige Sektionen schon frühzeitig als solche anerkannt wurden, andere dagegen sehr heterogen und umstritten waren. Als Beispiele für gut abgegrenzte Gruppen sind die Sektionen Fabago, Sarcozygium und Halimiphyllum anzuführen. Die Sektionen Fabago und Sarcozygium wurden als Gattungen schon von Adanson bzw. Bunge anerkannt. Diese Fälle blieben aber die Ausnahmen, denn die Ansichten über den systematischen Wert der einzelnen Merkmale waren im Laufe der Zeit einem stetigen Wechsel unterworfen.

Das erste Merkmal, das für die systematische Einteilung der Gattung Zygophyllum benutzt wurde, war die Öffnungsweise der Frucht. Endlicher, dem Beispiel Adansons folgend, der die Gattung Fabago von Zygophyllum abgetrennt hatte, erkannte diese als systematisch gut umrissene Gruppe an, vereinigte sie aber mit der Gattung Zygophyllum. Dabei teilte Endlicher die Gattung in zwei Sektionen ein: „a) Fabago Capsula loculicide dehiscens“, und „b) Agrophyllum Capsula septicida. Als Autor der Sektion Agrophyllum zitierte Endlicher Necker, was aber nicht stimmt. Necker hat seinerzeit die Gattung Agophyllum aufgestellt mit einer vollkommen anderen Charakteristik (siehe S. 1). Die späteren Autoren, Bentham und Hooker sowie Engler, bedienten sich alle der Endlicherschen Bezeichnung und Charakteristik, wobei sie immer Necker zitierten.

Bentham und Hooker rückten die Öffnungsweise der Frucht an die zweite Stelle, dabei erkannten sie die Gattung Roepera, die

Jussieu für australische Arten ohne Staubfädenanhängsel mit fachspaltigen und sich nicht öffnenden Kapseln aufgestellt hatte, als systematisch selbständige Gruppe an und stellten sie als Sektion zu der Gattung Zygophyllum. Auf diese Weise wurde die Wichtigkeit des Fehlens oder Vorhandenseins der Schuppen an der Basis der Staubfäden betont. Die Öffnungsweise der Frucht in der Sektion Roepera wurde als systematisch unwichtig aufgefaßt. Dagegen wurden die beiden Sektionen von Endlicher, die sich nach der Öffnungsweise der Frucht unterscheiden, beibehalten.

Engler (Engl. u. Prantl: Natürl. Pflanzenfam. 1. Aufl. III. 4 [1896] 81) nahm die Öffnungsweise der Frucht als systematisch wichtiges Merkmal wieder auf. Dabei änderte er den Begriff Roepera, indem er hierunter australische Arten mit fachspaltigen Kapseln zusammenfaßte. Die afrikanischen Arten teilte er am Anfang auch nach diesem Gesichtspunkt ein, indem er Arten mit scheidewandspaltigen Früchten zu der Sektion Agrophyllum und Arten mit fachspaltigen Früchten zu der Sektion Capensia stellte. Dieser Grundsatz war an sich richtig, aber da das Material, das Engler bei der ersten Bearbeitung der Gattung Zygophyllum zur Verfügung stand, in bezug auf Fruchtbildung nur unzureichend vorhanden war, wurden fach- und scheidewandspaltige Arten, und damit verwandtschaftlich entfernteste Arten, in jeder dieser beiden Sektionen nebeneinander untergebracht. Andererseits sind nahestehende Arten getrennt worden, wie in den vorliegenden Untersuchungen gezeigt wird. Als Beispiele seien an dieser Stelle genannt:

Z. cordifolium L. f. und *Z. Stapfii* Schinz mit fachspaltigen Kapseln, die zur Sektion Agrophyllum gerechnet wurden, und *Z. microcarpum* Licht. ex Cham., *Z. retrofractum* Thunb. und *Z. Dregeanum* Sond. mit scheidewandspaltigen Kapseln, die zur Sektion Capensia gestellt wurden.

Später versuchte Engler ([1915] 732) den gewaltigen Polymorphismus der afrikanischen Arten durch eine Reihe von Artengruppen übersichtlich zu gestalten. Dabei ergab sich aber, daß der weiteren Aufteilung der Sektion Agrophyllum kein systematischer Wert zukommt, da die Arten innerhalb dieser

Sektion zum Teil keine natürliche Verwandtschaft aufzuweisen haben. Auch hierfür einige Beispiele:

Holophylla (Engler [1915] (732): Blätter einfach, Kapseln scheidewandspaltig. Hierzu werden gestellt: *Z. prismatocarpum* Sond. und *Z. Schäferi* Engl. (die Kapseln von *Z. Schäferi* sind aber fachspaltig).

Mediterranea (Engler [1915] 732), die später (Engler [1931] 162) anders umgrenzt wurde, nämlich: „Halbsträucher mit einpaarigen ... Blättern, fünflappigem, kurz eiförmigem bis kreiselförmigem Ovar und mehrsamigen Karpellen." Diese morphologischen Merkmale fassen eine an sich natürliche Gruppe zusammen. Auf Grund dieser Merkmale ist aber auch *Z. decumbens* Del., das von Engler aufgenommen wird, in diese Gruppe einzuschließen. *Z. decumbens* steht aber dem *Z. Dregeanum* Sond. aus Südwestafrika und dem nordwestlichen Kapland am nächsten.

Annua (Engler [1919] 732): Überzeugt von dem hohen systematischen Wert des krautigen Habitus in einer Gattung, die zum größten Teil aus Sträuchern besteht, trennte Engler das einjährige *Z. simplex* L. in eine Gruppe für sich ab. *Z. simplex* steht aber dem *Z. decumbens* Del. zweifellos sehr nahe.

Gleichzeitig erweiterte Engler den Begriff der Sektion Capensia. Er streicht die Bezeichnung „Kapseln fachspaltig", und rechnet strauchige Vertreter aus dem südwestlichen Kapland und aus Namaland dazu, sodaß keine Gruppe so heterogen ist, wie es die Sektion Capensia wurde. Sie umfaßte z. B. *Z. Morgsana* L. mit breit geflügelten, scheidewandspaltigen Kapseln und *Z. fulvum* L. mit fachspaltigen Kapseln; das graubehaarte *Z. incanum* Schinz und das vollkommen kahle *Z. spinosum* L.; das z. T. mit einfachen Blättern versehene *Z. Dregeanum* Sond. und das mit sehr großen, langgestielten, einpaarig gefiederten Blättern versehene *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond.; das mit beinahe bis zur Basis gespaltenen kurzen Staubfadenanhängseln versehene *Z. retrofactum* Thunb. und das mit lang gefransten Anhängseln, die zwei Drittel der Länge der Staubfäden erreichen, versehene *Z. glaucum* E. M. ex Sond. Die folgenden Merkmale werden für die erweiterte Sektion angegeben: „Kapseln mit ein-

samigen Fächern, Stipeln getrennt.“ Die Gruppe Capensia in dieser erweiterten Gestalt umfaßt aber sowohl Arten, die Früchte mit mehrsamigen Fächern besitzen, als auch Arten, deren Früchte einsamige Fächer haben. Einige von letzteren erwiesen sich aber als näher verwandt mit Arten aus anderen Gruppen, z. B. *Z. latialatum* Engl. steht in unmittelbarer Nachbarschaft des *Z. suffruticosum* Schinz aus der Gruppe Synstipellata Engl.

Als einige neue Arten entdeckt und beschrieben wurden, erkannte man ihre Verwandtschaft mit den schon bekannten Arten nicht, da man aus diesen keine einheitliche Gruppe gebildet, sondern sie in Capensia und in den neuen Gruppen von Agrophyllum untergebracht hatte. Für einige neue Arten wurden neue Sektionen aufgestellt, wie folgt:

Fusicarpa (Engler [1915] 732): „Sträucher mit ... spindelförmigen, kantigen, schmalgeflügelten Früchten“. Dazu stellte Engler *Z. Dinteri* Schlechter und *Z. cylindrifolium* Schinz. Von erstgenannter Art muß das Exemplar Dinter 1929 mit der Aufschrift „Z. Dinter Schlter. App. auct.“ zu *Z. tenue* Glover, und die übrigen Exemplare in Mus. bot. Berol., Engler 6757, Range 1094, müssen zu *Z. retrofactum* Thunb. gestellt werden.

Wie es aber bereits auf S. 33 gezeigt worden ist, schließen die Fruchtknoten von *Z. cylindrifolium* Schinz und von *Z. tenue* Glover sich eng an den Fruchtknoten von *Z. simplex* an. Dasselbe gilt auch für die Früchte. Der Unterschied liegt nur in der Form der Früchte und in dem Grad der Verwachsung der Karpelle.

Synstipellata (Engler [1915] 735): „Halbsträucher mit einpaarigen, kurz-gestielten Blättern, verwachsenen dreieckigen Stipeln und einem Doppelstipellum am Grund der ... Blättchen“. Über die Auffassung, daß das Spitzchen zwischen den Blättchen ein Stipellum sei, ist bereits S. 21 gesprochen. Damit fällt seine Verwendung für eine systematische Gliederung vollkommen weg. Weiter wird diese Gruppe beschrieben als „mit im Umriß ovalen Früchten und schmal geflügelten Fächern.“ Die Verwendung dieses letzten Merkmales für die systematische Einteilung bewirkt eine vollkommen künstliche Umgrenzung dieser Gruppe, da die Öffnungsweise dabei nicht

berücksichtigt worden ist und auch hier fach- mit scheidewandspaltigen Kapseln vermischt worden sind.

Auf Grund der zufälligen äußeren Ähnlichkeit sind folgende fünf Arten, die sich in ihren übrigen Merkmalen weit voneinander unterschieden, in diese Gruppe gestellt worden:

1. *Z. suffruticosum* Schinz: dieses steht am nächsten dem *Z. latialatum* Engl.,

2. *Z. tenue* Glover: es ist verwandt mit *Z. cylindrifolium* Schinz,

3. *Z. laxum* Engl.: (die Früchte sind fast vollkommen rund); es gehört den großen, langgestielten Blättern und langen Internodien nach in die Verwandtschaft von *Z. foetidum* Schrad. et Wendl.

Nur die beiden übrigen Arten,

4. *Z. aureum* Dinter und

5. *Z. Rangei* Engl. stehen sich nahe und unterscheiden sich in den im Mus. bot. Berol. vorhandenen Exemplaren nur in der Größe ihrer Blätter.

Clavata (Engl. [1915] 742): Eine neue Art, *Z. clavatum* Schlechter et Diels, wurde auf Grund ihrer Blatt- und Kapselform für sich allein in diese Sektion gestellt. Hieraus würde man auf eine isolierte systematische Stellung schließen, was aber nicht der Fall ist. *Z. clavatum* stimmt im Blütenbau und in der Blattgliederung vollkommen überein mit den Arten, die in der Nachbarschaft von *Z. simplex* L. stehen. Die Verwandtschaft zu *Z. simplex* wurde auch schon von den Autoren dieser Art (Schlechter und Diels) erkannt und in der Originaldiagnose angegeben.

Schließlich faßte Popov den Habitus als primär wichtig auf und stellte die Sektion Fabago, die krautige Arten umfaßt, als Untergattung FABAGO den strauchigen Arten Afrikas, Asiens und Australiens gegenüber, die er in die Untergattung EUZYGOPHYLLUM zusammenfaßte. Auf diese Weise wurden drei asiatische Sektionen Fabago, Halimiphyllum und Sarcozygium, die sich nahe stehen und nach Engler auch in der Samenschale übereinstimmen, aus-

einandergerissen und in verschiedenen Untergattungen untergebracht.

Zuletzt gründete Engler ([1931] 162) eine neue Gruppe Hamiensia auf Grund der Blattgliederung der einen Art, *Z. hamiense* Schweinf., die er hierzu stellte.

Aus den vorangegangenen Darlegungen geht hervor, daß die meisten der von den bisherigen Autoren verwendeten Einteilungsgründe nicht aufrecht erhalten werden können. Daraus folgt also die Notwendigkeit einer Revision der Gattung, insbesondere der afrikanischen Arten. Das jetzt reichlicher vorhandene Material gibt uns die Möglichkeit, eine Reihe von Merkmalen auf ihre Verwendbarkeit für die systematische Gliederung der Gattung zu untersuchen.

B. Kritische Besprechung des systematischen Wertes der einzelnen Merkmale.

1. Merkmale von beschränkter systematischer Bedeutung.

a) Gliederung des Blattes

Einer der auffallendsten, rein äußerlichen Unterschiede, die in den einzelnen Organen der Vertreter der Gattung Zygophyllum auftreten, ist der große Spielraum in der Blattgliederung.

Einige Gruppen stellen eine lückenlose morphologische Stufenfolge in der Blattgliederung dar:

(i). Die Gruppe Fabago zeigt eine Abstufung von 5 Blättchenpaaren bis zu einem einzigen.

(ii). In dem Verwandtschaftskreis von *Z. album* L. sind die Blätter in der Regel einpaarig, aber das einzige Blättchenpaar wird auf ein einzelnes Blättchen bei *Z. hamiense* Schweinf. reduziert.

(iii). Bei den südafrikanischen Arten mit fachspaltigen Kapseln findet eine Reduktion des Blattstiels statt: von Blattstielen, die so lang wie die Blättchen sind, über kürzere Blattstiele, über kaum noch ausgebildete Blattstiele bis zum völligen Verschwinden des Blattstiels.

(iv). Bei den Verwandten von *Z. cylindrifolium* Schinz geht die Reduktion der Blattgliederung von einpaarig gestielten Blättern bis zu einfachen Blättern.

Andere Gruppen dagegen zeigen konstante Blattgliederung:

(i). Alle Verwandten von *Z. microcarpum* Licht ex Cham. besitzen einpaarig gestielte Blätter.

(ii). Die Arten aus der australischen Gruppe Roepera besitzen oft zwei-lappige Blätter.

(iii). Einfache Blätter sind in verschiedenen Gruppen ein konstantes Merkmal.

Jedoch kann eine systematische Einteilung nach der Blattgliederung allein nicht erfolgen, da die gleichen Stufen in verschiedenen Gruppen auftreten. Am deutlichsten ist das zu sehen bei einem extremen Fall dieser Gliederung: bei den Arten mit einfachen Blättern, die, wie später im „System" gezeigt werden wird, nicht weniger als vier Gruppen angehören: Paradoxa, Melocarpa, Bipartita und Halimiphyllum. Ferner weisen nahe verwandte Arten oft eine andere Stufe in der Blattgliederung auf. So hat Engler die Wichtigkeit der Blattgliederung von *Z. hamiense* Schweinf. überschätzt, als er diese Art in die Gruppe Hamiensia abtrennte, da diese Art sich in systematisch wichtigen Merkmalen eng an die anderen Arten aus der Sektion Mediterranea anschließt und außerdem gelegentlich auch einpaarig gefiederte Blätter aufweist, wie sie allen anderen Arten aus der Sektion Mediterranea eigentümlich sind. Dennoch ist die Blattgliederung systematisch verwertbar, nämlich in der Weise, daß sie innerhalb der einzelnen Gruppen, wie oben auseinandergesetzt, entweder eine lückenlose Reihe bildet oder konstant ist. Als eins von mehreren Merkmalen hat sie systematischen Wert, aber sie darf nicht allein berücksichtigt werden.

b) Nebenblätter.

Wegen der großen Verschiedenheit in Form, Konsistenz und Verwachsung der Nebenblätter versuchte Engler diese Merkmale bei der systematischen Gliederung der Gattung zu berücksichtigen; aber trotz der großen Verschiedenheit eignen sich diese Merkmale nur wenig zur Grundlage einer systematischen Ein-

teilung. Die Beschaffenheit der Nebenblätter ist zwar oft die gleiche bei einigen sich nahe stehenden Arten, aber nicht durchgehend bei allen Arten, die zweifellos miteinander verwandt sind, wie es z. B. auf S. 20 für die Gruppe Fabago gezeigt worden ist.

Dagegen kommen Arten mit Nebenblättern der gleichen Konsistenz in mehr als einer Gruppe vor, z. B. häutige Nebenblätter einmal bei *Z. simplex* und einigen verwandten Arten, wie auch bei *Z. microcarpum* und einigen Arten aus diesem Verwandtschaftskreis. Die häutigen Nebenblätter deuten auf eine Verwandtschaft der beiden Gruppen hin, können aber wegen der Verschiedenheit der anderen Merkmale die Grenzen zwischen diesen beiden Gruppen nicht verwischen.

Engler begründete die Gruppe Synstipellata z. T. auf die „verwachsenen dreieckigen Stipeln" und charakterisierte die Gruppe Capensia z. T. mit „Stipeln getrennt". Wie bereits oben auf S. 20 gezeigt wurde, ist die Verwachsung der Nebenblätter keineswegs konstant, da in vielen Fällen die Nebenblätter auf demselben Individuum sowohl getrennt als auch halb oder ganz verwachsen auftreten können. Nur in der Gruppe Grandifolia sind die Nebenblätter immer verwachsen und groß und laubig; aber gerade hier gewinnen sie erst ihren systematischen Wert durch das Auftreten mehrerer Blüten, scheinbar in ihren Achseln. Außer dieser einen Ausnahme entbehrt die Verwachsung der Nebenbläter jedes systematischen Wertes.

c) Habitus.

Systematisch wertvoll ist der Habitus in einigen Fällen:

(i). Alle Arten aus der Verwandtschaft von *Z. Fabago* L. sind große oder kleine Stauden. Sie bilden eine zweifellos natürliche Gruppe, die schon frühzeitig als solche erkannt worden ist. Auf Grund des Habitus kann man diese Gruppe abtrennen in die scharf umgrenzte Sektion Fabago. Popov stellte sie sogar als Untergattung allen strauchigen Arten gegenüber. Dabei hat Popov aber den Wert dieses Merkmals sehr überschätzt; denn, wie Engler ([1896] 11, 12) auseinandergesetzt hatte, schließt die

Sektion Fabago sich eng an zwei strauchige Sektionen Asiens an, Sarcozygium und Halimiphyllum. Dagegen weisen die strauchigen Arten unter sich solche gewaltigen Unterschiede auf, daß sie keineswegs in eine Untergattung Euzygophyllum zusammengefaßt werden können.

(ii). Systematisch wertvoll ist der Habitus auch bei den australischen Arten, wo kräutige Zygophyllum-Arten mit fachspaltigen Kapseln und oft zweilappigen Blättern statt einpaarig gefiederten Blättern die natürliche Sektion Roepera Engl. non. Juss bilden.

Dagegen verliert der krautige Habitus seine systematische Bedeutung im Falle von *Z. simplex* L. Der Blütenbau der letzteren Art stimmt z. B. vollkommen überein mit dem von *Z. clavatum* Schlechter und Diels, *Z. Dregeanum* Sond. und *Z. decumbens* Del. Wie oben gezeigt wurde, stellt der Aufbau des Sprosses von *Z. simplex* nur eine reduzierte Stufe des Sprosses von Z. decumbens dar, indem die erste Blüte früher angelegt wird und die Vegetationszeit auf wenige Wochen oder Monate verkürzt wird. Dieselbe Verarmung zeigt sich auch bei den Blättern, denn bei *Z. simplex* werden nur die einfachen sitzenden Blätter ausgebildet, die bei *Z. decumbens* und *Z. Dregeanum* in der oberen Blütenregion ausgebildet werden. So stellt auch der krautige Habitus von *Z. simplex* nur eine verarmte Stufe des Habitus von *Z. decumbens* dar, denn die junge Pflanze von *Z. decumbens* ist ja auch in dem ersten Vegetationsjahr krautig, während sie in den darauf folgenden Jahren verholzt. Aus diesen Gründen ist der krautige Habitus in vorliegendem Falle systematisch von untergeordneter Bedeutung, und ihr systematischer Wert ist von Engler überschätzt worden, als er die Gruppe Annua aufstellte. Es trübt meines Erachtens das systematische Verständnis, daß *Z. simplex* in eine selbständige Gruppe (Annua nach Engler) abgetrennt wurde. Denkbar wäre die Verwendung dieses Namens für eine Unterabteilung einer umfassenderen Sektion.

d) Behaarung.

Bis jetzt ist noch kein Versuch gemacht worden, die Behaarung für die systematische Einteilung zu berücksichtigen,

Es finden sich in der Literatur Angaben über die Behaarung lediglich in Artenbeschreibungen und in allgemeinen Hinweisen auf Arten, die durch ihre dichte Behaarung auffallen.

Es hat sich aber herausgestellt, daß die Neigung zur Behaarung in einigen Gruppen, deren Vertreter scheidewandspaltige Kapseln besitzen, vorhanden und bei diesen auch am stärksten ausgeprägt ist. Die Stufenfolge der Dichtigkeit der Behaarung ist bereits auf S. 22—23 dargelegt worden mit Bezug auf die Arten, die den beiden am dichtesten behaarten Arten — dem *Z. incanum* bzw. dem *Z. album* — verwandt sind. Dieses Merkmal ist aber nicht absolut charakteristisch, denn es kommen auch Arten und Gruppen mit scheidewandspaltigen Kapseln vor, die nicht behaart sind, so z. B. *Z. Morgsana* L. (nur Kelchblätter bewimpert), Roeperiopsis und Bipartita.

Es gibt jedoch auch behaarte Arten — wenn auch selten —, deren Kapseln sich fachspaltig öffnen; und in diesem Falle findet sich die Behaarung auch nur spärlich oder nur bei bestimmten Organen. Zu diesen wenigen Ausnahmen zählen *Z. teretifolium* Schlechter und *Z. leptopetalum* E. M. ex Sond. Eine dicht behaarte fachspaltige Art ist mir nicht bekannt.

e) Petalen: Form, Farbe, Vorhandensein.

Die Merkmale der Petalen kommen für eine Hauptgliederung der Gattung nicht in Betracht, aber sie sind in kleinerem Umfange doch systematisch brauchbar.

Die Form der Petalen und das Vorhandensein eines roten Flecks an der Basis sind charakteristisch für kleine Gruppen. So bestätigt der lange Nagel die Verwandtschaft der Arten, die auf Grund anderer Merkmale (Staubfadenschuppen bezw. Fruchtknoten und Frucht) in die Verwandtschaft von *Z. Dregeanum* Sond. bezw. *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. gestellt werden müssen.

In der Sektion Fabago ist die weiße Farbe ein konstantes Merkmal (nach Popov); wie auch bei vielen (aber nicht allen) Verwandten von *Z. fulvum* L. der rote Fleck an der Basis charakteristisch ist.

Das Fehlen der Petalen und das fleischige Perikarp haben Bunge veranlaßt, die monotypische Gattung MILTIANTHUS aufzustellen. Popov aber, bei der Durcharbeitung aller asiatischen Arten aus der Gattung Zygophyllum, schreibt dem Fehlen der Petalen (und dem fleischigen Perikarp) bei *Z. portulacoides* Cham. (= *Miltianthus portulacoides* Bunge) nicht einmal soviel systematischen Wert zu, daß es ihn veranlaßt, diese Art in eine Gruppe für sich abzutrennen, sondern er schließt sie ein in die Sektion Fabago. Auch Engler (obwohl er die Gattung Miltianthus aufrecht erhält) äußert dazu, es sei kaum zu bezweifeln, daß diese Art sich aus einer Art der Sektion Fabago entwickelt habe.

2. Merkmale, die besonders berücksichtigt werden müssen.

Während die bisher diskutierten Merkmale (Gliederung des Blattes, Nebenblätter, Habitus, Behaarung, Petalen) nur in begrenztem Umfange zu einer systematischen Gliederung beitragen konnten, kommen wir nun zu Merkmalen, die besonders betont werden müssen, entweder weil sie von richtungweisender Bedeutung für die systematische Gliederung sind, oder weil es sich um Merkmale handelt, die bis jetzt vernachlässigt worden sind, die aber wertvolle neue Aufschlüsse über die natürliche Verwandtschaft der Arten vermitteln.

a) Anhängsel der Staubfäden: Zerteilung, Form, Fehlen.

Von großer systematischer Wichtigkeit ist die Zerteilung des Anhängsels der Staubfäden, ein Merkmal, dessen große Bedeutung und Verwendungsmöglichkeit für die systematische Gliederung bis jetzt übersehen worden ist. Die Zerteilung des Anhängsels der Staubfäden bis beinahe zur Basis trennt unzweideutig eine vollkommen natürliche und deutlich umrissene Gruppe ab. Diese Gruppe erhält den Namen Bipartita.

Parallel mit der Zerteilung der Anhängsel der Staubfäden geht eine Reihe anderer Merkmale: die scheidewandspaltige Frucht; Übergang von einpaarig gefiederten, gestielten Blättern zu einfachen sitzenden; lang benagelte Petalen: fehlende Behaa-

rung. Bei der Besprechung dieser Merkmale stellt es sich aber heraus, daß sie teilweise auch in anderen Gruppen auftreten und daß eine systematische Einteilung z. B. nach einfachen Blättern der natürlichen Verwandtschaft nicht entspräche. Erst wenn die Arten, die Staubfäden mit beinahe bis zum Grunde geteilten Anhängseln besitzen, in eine Gruppe zusammengefaßt werden, bestätigen diese anderen Merkmale die enge Verwandtschaft. Das zerteilte Anhängsel aber ist ein nur für diese Gruppe absolut charakteristisches Merkmal, das in keiner anderen Gruppe vorkommt. Eine Einteilung nach diesem Merkmal beseitigt sofort z. B. die unnatürliche Aufnahme von *Z. decumbens* Del. in die Sektion Mediterranea und bringt Arten in eine natürliche Gruppe zusammen, die bis jetzt in 7 von 9 bisherigen afrikanischen Gruppen zerstreut waren.

Auch das ungeteilte Anhängsel hebt sich heraus als systematisch wichtiges Merkmal.

Die Form des ungeteilten Anhängsels ist in einigen Verwandtschaftskreisen konstant und gerade eins der charakteristischen Merkmale dieser Gruppen. So ist seine länglich eiförmige, meist ganzrandige oder nur wenig gekerbte Gestalt charakteristisch für alle Arten aus der Verwandtschaft des *Z. album* L., außer *Z. Migiurtinorum* Chiov. Das breite verkehrt-eiförmige, oben gerade abgestutzte und gekerbte Anhängsel ist für *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. charakteristisch. Die Form des Anhängsels kommt in jeder dieser beiden Gruppen in Verbindung mit einer charakteristischen Form des Fruchtknotens und einer charakteristischen Art der Fruchtbildung vor und hilft diese Gruppen jede für sich gegen alle andern abzugrenzen.

Innerhalb des formreichen Verwandtschaftskreises von *Z. fulvum L.* bestehen weitgehende Schwankungen in Form und Größe des Anhängsels, aber ein für mehrere Arten gemeinsames Merkmal ist die stärkere oder schwächere Kerbung und Befransung des Anhängsels. In dieser Gruppe ist der systematische Wert des Anhängsels nur gering.

Das Fehlen des Anhängsels ist nach Engler für die Sektion Melocarpa konstant; es ist von systematischem Wert, um diese Sektion gegen die anderen afrikanischen abzugrenzen.

Bei den australischen Arten fehlen die Anhängsel bei der monotypischen Sektion Roeperiopsis wie auch bei dem *Z. Billardierii* DC. aus der Sektion Roepera. *Z. Billardierii* schließt sich aber morphologisch so eng an die übrigen Arten Australiens an, daß das Fehlen der Anhängsel hier als systematisch unwichtig zu betrachten ist und zweifellos von Jussieu und, seinem Beispiel folgend, von Bentham und Hooker sehr überschätzt worden ist, als sie die Sektion Roepera auf Grund des fehlenden Anhängsels aufstellten; denn, wie Engler richtig erkannt hat, sind die Unterschiede in den Früchten genannter Arten tiefliegender als das bloße gemeinsame Fehlen der Anhängsel.

b) Fruchtknoten und Frucht.

Die Form des Fruchtknotens ist bis jetzt als systematisch wichtiges Merkmal nur von Engler für die Sektion Mediterranea beachtet worden. Auch andere afrikanische Gruppen sind ausgezeichnet durch weitgehende Übereinstimmung in der Form der Fruchtknoten, so z. B. die Arten, die mit *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. verwandt sind, als auch die Arten mit einfachen Blättern, die dem *Z. cordifolium* L. f. nahe stehen.

In der Sektion Bipartita ist die Übereinstimmung in Form und Größe der Fruchtknoten nicht so auffallend wie in den oben genannten Fällen. Die Unterschiede betreffen vorwiegend die Größe und weniger die Form, aber tiefliegende Unterschiede sind nicht vorhanden.

Dagegen weisen die Fruchtknoten der meisten Arten aus dem Kapland eine große Mannigfaltigkeit auf.

Besonders hat das Studium der Früchte wertvolle Ergebnisse für die systematische Gliederung der Gattung Zygophyllum geliefert. Von fundamentaler systematischer Bedeutung ist in erster Linie die Öffnungsweise der Frucht und nicht ihre äußere Gestalt, d. h. ob sie geflügelt scheint oder nicht. Weil die Öffnungsweise der Frucht nicht beachtet wurde, fügte Schinz zu seiner Originaldiagnose von *Z. Stapfii* Schinz, daß diese Art dem *Z. Morgsana* L. sehr nahe stünde. Die beiden Arten sind in Wirklichkeit so verschieden, daß sie in verschiedene Untergattungen gehören. Wichtig ist, ob die Frucht sich fach-

spaltig oder scheidewandspaltig öffnet (mit der Bedeutung, die wir S. 38 diesem Begriff gegeben haben). Die Öffnungsweise der Frucht erweist sich deswegen als systematisch so besonders wertvoll, weil eine Reihe anderer Merkmale besonders häufig im Zusammenhang mit einer bestimmten Öffnungsweise der Frucht auftritt. So ist die Behaarung besonders ausgeprägt bei Arten mit scheidewandspaltigen Kapseln. Anhängsel der Staubfäden, die bis beinahe zur Basis gespalten sind, kommen nur im Zusammenhang mit einer scheidewandspaltigen Frucht vor. Auch kommen scheidewandspaltige Früchte niemals zusammen mit mehrpaarig gefiederten Blättern vor. Andererseits ist mir bis jetzt keine scheidewandspaltige Art bekannt, deren Blätter sitzend, einpaarig gefiedert sind. Der krautige Habitus ist in zwei Sektionen, Fabago und Roepera, die fachspaltige Früchte besitzen, zur ausnahmslosen Regel geworden. Unter den Arten mit scheidewandspaltigen Früchten befinden sich kräftige Sträucher und einige schlaffe Halbsträucher, aber nur ein einziges echtes Kraut, *Z. simplex,* das aber als eine Verkürzung der Vegetationsdauer von einer Art aus der unmittelbaren Verwandtschaft des *Z. decumbens* Del. aufzufassen ist.

Nach der Öffnungsweise der Frucht kann die Gattung Zygophyllum in zwei große und formenreiche Untergattungen gegliedert werden: AGROPHYLLUM und ZYGOPHYLLOTYPUS. Schon Endlicher hat dieses Einteilungsprinzip benutzt. Dabei hat er Arten mit scheidewandspaltigen Kapseln in die Sektion Agrophyllum gestellt. Der Name von Endlicher geht aber zurück auf Agophyllum, Necker 1791; diese Gattung ist jedoch nach der Beschreibung nicht sicher zu identifizieren. Deshalb habe ich den Namen von Endlicher angenommen.

Die Untergattung AGROPHYLLUM läßt sich in wenige natürliche und deutlich umrissene Sektionen gliedern, die sich aber nahestehen. Für die weitere Aufteilung der Untergattung AGROPHYLLUM ist die Form der Frucht ein systematisch wichtiges Merkmal. Zuerst lassen sich die Arten, deren Staubfäden Anhängsel besitzen, die beinahe bis zur Basis gespalten sind, abtrennen. Dann lassen die Arten, deren Staubfäden ganze Anhängsel besitzen, sich gliedern, je nachdem ob die Frucht geflügelt oder nur eckig ist:

Die geflügelten Früchte bei den mit *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. verwandten Arten sind ein konstantes Merkmal für alle diese Arten, und ihre Zusammengehörigkeit wird bestätigt durch andere Merkmale. Dagegen ist der Grundtypus der Früchte der nordafrikanischen Arten zylindrisch und kantig. (Siehe S. 35—36) Mit einer einzigen Ausnahme (vgl. S. 31 oben) bestätigt das spitz eiförmige Anhängsel der Staubfäden ihre Verwandtschaft. Eine südwestafrikanische Art, *Z. cinereum* Schinz, schließt sich in der Form und Öffnungsweise der Frucht den nordafrikanischen Arten an. Die ganz andere Form der Staubfädenschuppen aber spricht gegen eine Vereinigung dieser Arten mit den nordafrikanischen.

Die Frucht von *Z. fruticulosum* aus der monotypischen Sektion Roeperiopsis ist auch geflügelt, aber hier bestehen die Flügel aus Exokarp und Endokarp. Auch die Öffnungsweise weicht ab. Diese Sektion ist daher als gleichwertige Sektion neben der Sektion Alata zu werten.

Über den systematischen Wert der Form und Ausbildung der fachspaltigen Frucht lassen sich zur Zeit keine genauen Angaben machen. Merkwürdigerweise sind reife fachspaltige Kapseln von afrikanischen Arten verhältnismäßig selten in der reichen Sammlung der Berliner Staatsherbars vorhanden. Nach dem vorhandenen Material scheinen die Unterschiede hauptsächlich folgende zu sein: Die Fächer der reifen Frucht sind entweder stark zusammengedrückt, sodaß die Frucht geflügelt scheint (und oft als geflügelt beschrieben wird, was den Tatsachen nicht entspricht), oder die Frucht ist im Querschnitt ungefähr rund, an den Scheidewänden gefurcht oder etwas zusammengedrückt, oder die Fächer sind vorgewölbt. Die vorgewölbten Fächer kommen auch in Verbindung mit gefurchten oder zusammengedrückten Scheidewänden vor. Endokarp und Exokarp bleiben fest zusammen oder lösen sich voneinander ab.

Der erste dieser Unterschiede (Fruchtfächer zusammengedrückt oder nicht zusammengedrückt) kann innerhalb der geschlossenen Sektion Fabago auftreten. Nach dem vorhandenen Material ist es nicht möglich, zu entscheiden, ob dieser Unterschied in der Gestalt der Frucht auch innerhalb der afrikani-

schen Gruppen auftreten kann. Die Fruchtfächer von *Z. Stapfii* aus der monotypischen Sektion Grandifolia sind zusammengedrückt; die andern Früchte, die vorhanden waren, besaßen keine zusammengedrückten Fächer, schienen also nicht geflügelt, außer bei *Z. microphyllum* L. Von dieser Art waren jedoch nur junge Früchte vorhanden, deren Öffnungsweise nicht festgestellt werden konnte.

Bei dem vorhandenen afrikanischen Material kann eine Einteilung nach dem abspringenden Endokarp nicht erfolgen. Unter den südafrikanischen Arten mit einpaarig gefiederten Blättern kommen sowohl Arten vor, bei denen das Endokarp sich löst, als auch Arten, bei denen die Wandschichten fest zusammenbleiben, und auch Arten mit einfachen Blättern, z. B. *Z. paradoxum* Schinz, besitzen Früchte, bei denen das Endokarp sich ablöst vom Exokarp und sich aufrollt.

Es sind daher andere Merkmale, die bei der weiteren Gliederung der afrikanischen Vertreter der Untergang ZYGOPHYLLOTYPUS berücksichtigt werden müssen, wie z. B. die Blattgliederung, das Fehlen der Anhängsel bei den Staubfäden, und das abweichende Zusammenstehen der Blüten in den Nebenblattachseln. Die Untergattung ZYGOPHYLLOTYPUS erscheint uns sehr formenreich und nicht so deutlich gegliedert wie die Untergattung AGROPHYLLUM. In dem nächsten Abschnitt soll der Versuch gemacht werden, die Gattung Zygophyllum der natürlichen Verwandtschaft ihrer Arten entsprechend zu gliedern, wie diese sich als Ergebnis der Untersuchungen herausgestellt hat.

IV. **System.**

Vorbemerkung: Bei der vorliegenden Darstellung sind nur die neu erkannten Synonyme aufgeführt: die bereits in früherer Literatur erschienenen sind nicht zitiert.

Subgenus I. AGROPHYLLUM Endl. in Genera Pl. (1841) 1164; Bentham et Hooker in Genera Plantarum f. (i) (1862); Engler in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 1., III, 4 (1890) 81; in Abh. Akad. d. Wiss. Berlin (1896) 12—13.

Flores 4—5—meri, isomeri. Staminum filamenta basi intus squamis integris vel fere ad basin usque bipartitis aucta vel interdum filamenta basi nuda. Capsula angulata vel alata, septicide dehiscens vel septicide in coccos 5 soluta vel indehiscens. Folia uni- nunquam plurijuga, petiolata nunquam sessilia, vel simplicia, sessilia. Frutices vel suffrutices, nunquam herbae, excepta specie unica, Z. simplici, tomentosi vel glabri.

Sect. 1. **Bipartita** v. Huyssteen.

Flores 5-meri. Petala conspicue unguiculata, lutea vel alba, nunquam basi miniata. Staminum squamae fere ad basin usque bipartitae. Capsula obovata, turbinata vel prismatica, acute pentagona, apice non retusa. (Capsula *Z. clavati* valde contracta, apice leviter retusa). Loculi 1—8 (10) - spermi. Folia vel petiolata, vel simplicia sessilia, vel petiolata unijuga et simplicia sessilia. Frutices glabri, species unica herbacea, *Z. simplex*.

1. *Z. Dregeanum* Sond. in Harv. et Sond. Fl. Cap. I. (1860) 365.
2. *Z. densiflorum* Schinz in Verh. Bot. Ver. Brand. XXXI (1890) 181.

3. *Z. decumbens* Del. Fl. Egypte (1824) 221, T. 27, f. 3.

4. *Z. simplex* L. Mant. I. (1767) 68.

5. *Z. prismatocarpum* Sond. in Harv. et Sond. Fl. Cap. I. (1860) 357.

6. *Z. retrofractum* Thunb. Prod. Pl. Cap. (1794—1800) 80.

7. *Z. cylindrifolium* Schinz in Bull. Herb. Boiss. Sér. 2, VIII, (1908) 631.

8. *Z. clavatum* Schlechter et Diels in Schultze Aus Namaland und Kalahari (1907) 705; Fedde Repert. Nov. Sp. VIII (1910) 150.

   Synonym: *Z. breviarticulatum* Engler nom. in Dinter: Index der aus Deutsch-Südwestafrika bis zum Jahre 1917 bekannt gewordenen Pflanzenarten, XXVII, Nr. 2680, in Fedde Repert. XXV (1928) 209, Schäfer 594.

9. *Z. tenue* Glover in Ann. S. Afr. Mus. IX (1913) 172.
   Synonym: *Z. Dinteri* Schlechter nom. in Engl. Pfl. Welt Afr. III (i) (1915) 732; in Dinter l. c. (1928) 209, Dinter 1929, nomen solum. Die beiden andern Nummern in Mus. bot. Berol., die als Z. Dinteri bestimmt worden sind, Range 1904, Engler 6757, gehören zu *Z. retrofractum* Thunb.

10. *Z. Maximiliani* Schlechter nom. msc. in Mus. bot. Berol.

    Suffrutex glaber. Folia unijuga petiolata, petiolus 4—6 mm longus, foliola obovata vel oblongo-obovata basin versus angustata, 6—12 mm longa, 5—7 mm lata; vel folia simplicia, sessilia, 5—12 mm longa et 3—6 mm lata. Foliola et folia simplicia carnosula; folia pinnata et simplicia vario modo inter se mixta. Stipulae minimae, triangulares, $^1/_2$—1 mm longae, membranaceae. Pedicellus 3,5—7 mm longus. Sepala obtusa, 3 mm longa, 1,5—2 mm lata. Petala conspicue unguiculata, 4—5 mm longa, lamina angustata, circ. 1—2 mm lata. Stamina 4—5 mm longa. Squamae staminum

fere ad basin usque bipartitae, segmenta obtusa vel leviter emarginata. Ovarium profunde 5—lobum, 2 mm longum, 1 mm diam., stylus subulatus, 2,5—3 mm longus. Capsula obovata vel turbinata, septicida, loculis compressis, 4 mm longa, 4 mm diam.; semina 1—3 (4) in loculo quoque.

Max Schlechter n. 11, Henkries, Buschmannland, 30. 11. 1897, Blüten und Früchte.

Sect. 2. **Mediterranea** Engler in Pfl. welt Afr. 9, III (i) (1915) 742; in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2, 19a (1931) 162; Popov in Bull. de l'Université de l'Asie centrale (Taschkent), Livr. 11 (1925) 106, Livr. 12 (1926) 121—123, T. 7 (4), fig. 27, 29.

Flores 5-meri Petala alba, lutea vel coccinea. Staminum squamae ovatae, acutae vel apice denticulatae, integrae vel leviter crenatae, filamentis pauce breviores (squama *Z. Migiurtinori* minor et latior). Ovarium stylo longius, dense tomentosum. Stylus integer vel 5-partitus. Capsula prismatica, cylindriceo-pentagona, turbinata, vel anguli capsulae cornuti, septicide in coccos 5 soluta; cocci ab apice persistentes demum secedentes. Folia petiolata bifoliolata vel abortu unifoliolata, petiolis et foliolis carnosis linearibus vel subteretibus. Frutices tomentosi vel glabrescentes.

11. *Z. Fontanesii* Webb & Berth. Phyt. Canar. I. 1836—1850) 17.
12. *Z. album* L. Decas prima plant. (1762—1763) 11, T. 6.
13. *Z. coccineum* L. Sp. Pl. Ed. 1, (1753) 386.
14. *Z. Z. Guyotii* Kneucker et Muschler in Allg. Bot. Zeitschr. XIII, (1907) 40.
(= Z. album x Z. coccineum)
15. *Z. cornutum* Coss. in Bull. Soc. Bot. Fr. II (1855) 364.
16. *Z. Geslini* Coss. in Bull. Soc. Bot. Fr. III (1856).
17. *Z. hamiense* Schweinf. in Bull. Herb. Boiss. VII. App. II (1899) 277.

18. *Z. prismaticum* Chiov. in Fl. Somala I (1929) 111.

19. *Z. amblyocarpum* Bak. in Kew Bull. (1894) 330, nomen; et in Hooker Icon pl. XXIV (1894) T. 2358, descr. et fig.

? 20. *Z. gaetulum* Emberger & Maire in Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, XIX (1928) 36 — ex descr.

? 21. *Z. Migiurtinorum* Chiov. in Fl. Somala I (1929) 111 (Capsula matura incognita).

Sect. 3. **Cinerea** v. Huyssteen.

Flores 5-meri. Staminum squamae fimbiatae, circ. 1/3 longitudinis filamentorum aequantes. Ovarium oblongo-ovatum, sensim in stylem brevem angustatum, tomentosum. Capsula oblonga, pentagona. Folia petiolata unijuga. Frutices, pilis sereceis adpressis.

22. *Z. cinereum* Schinz in Bull. Herb. Boiss. II (1894) 189
In Range: Flora des Namalandes VI in Fedde Repert. XXXVI (1934) 247, wird *Z. campanulatum* Dinter (nomen) mit der Sammlernummer Dinter 6393 u. a. als Belegexemplar, aufgeführt. Dieses Exemplar schließt sich jedoch aufs engste an *Z. cinereum* Schinz, Exemplar Hermann 44, an, das aber Schinz selbst zusammen mit der Nummer Schinz 1031 in der Originalbeschreibung von *Z. cinereum* als Belegexemplare aufführt. Das Exemplar Hermann 44 steht nun aber den Exemplaren von *Z. campanulatum* Dinter nom. näher als den übrigen Exemplaren von *Z. cinereum*, einschließlich des Typus, Schinz 1031. Trotz der großen Ähnlichkeit zwischen *Z. campanulatum* und dem einen von dem Autor selbst als *Z. cinereum* bestimmten Exemplar dürfte es später jedoch nötig werden, *Z. campanulatum* Dinter nom. als selbständige Art gelten zu lassen und das Exemplar Hermann 44 dazuzustellen.

Sect. 4. **Alata** v. Huyssteen.

Carpella matura plana, angusti- vel latialata, fere ad axim usque libera 1(—2—3)—sperma. Alae solum exocarpio consistentes. Folia petiolata, unijuga.

Subsect. (i). Angustialata v. Huyssteen.

Flores 5-meri. Petala conspicue unguiculata. Staminum squamae late obovatae, truncatae, apice denticulatae. Ovarium circ. 1,5—2 mm longum, obovatum, profunde 5-lobum, apice retusum, dense tomentosum, stylum longus. Capsula angustialata, alae circ. 1 mm latae. Foliola plana, obovata, petiolis brevibus; vel foliola anguste obovata vel oblanceolata, petiolis aequilonga. Stipulae plerumque hyalinae, subulatae vel triangulares. Frutices tomentosi vel subglabri.

23. *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. in Linnaea V. (1830) 46.
24. *Z. incanum* Schinz in Bull. Herb. Boiss. I (1894) 190.
25. *Z. longistipulatum* Schinz in Verh. Bot. Ver. Brand. XXIX (1888) 56.
26. *Z. Trothai* Diels in Schultze: Aus Namaland und Kalahari (1907) 705; aus Fedde, Repert. Nov. Sp. VIII (1910) 150.
27. *Z. latialatum* Engler in Notizblatt Bot. Gart. Berlin, I (1897) 244.
28. *Z. suffruticosum* Schinz in Bull. Herb. Boiss. II (1894) 188.

Subsect. (ii). Dumosa Popov,

Grex Dumosa Popov in Bull. de l'Université de l'Asie centrale (Tachkent), Livr. 11 (1925) 106, Livr. 12 (1926) 119—120, T. 6 (3) fig. 25, T. 7 (4) fig. 25, 26.

Flores 5-meri. Staminum squamae denticulatae. Capsula mediocris alata, ala latitudini loculi subaequans. Foliola linearia crassa, subteretia. Stipulae fulvae. Frutices valde tomentosi vel glabrescentes.

29. *Z. dumosum* Boiss. Diagn., Ser. 1, VIII (1894) 125.

30. *Z. bucharicum* B. Fedtsch. in Bull. Jard. Princip. Bot. Républ. Russe, XVIII, Livr. 1 (1918) 13.

Subsect. (iii). Morgsana v. Huyssteen.

Flores 4 (—5)-meri. Petala magna, 15 mm longa. Staminum squamae dentatae vel breviter fimbriatae. Stylus ovario oblongo subaequalis. Carpella immatura conspicue alata. Capsula magna, 1—2 cm longum et 4 cm lata; alae circ. 1 cm latae, reticulato-venosae. Foliola plana, obovata; petioli breves Frutex glaber.

31. *Z. Morgsana* L. Sp. Pl. Ed. 1. (1753) 385.

Sect. 5. **Roeperiopsis** Engler in Abh. Akad. d. Wiss. Berlin (1896) 20; in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 12a (1931) 165.

Flores 4-meri. Staminum filamenta basi nuda. Capsula indehiscens vel septicide in coccos soluta. Capsulae carpella latialata. Alae endodarpio et exocarpio consistentes. Suffrutex glaber.

32. *Z. fruticulosum* DC. Prod. I (1824) 705.

Subgenus II. ZYGOPHYLLOTYPUS v. Huyssteen.

Flores 4-5-meri, isomeri vel oligomeri. Staminum filamenta basi intus appendice squammosâ aucta vel interdum filamenta basi nuda; squamae nunquam bipartitae. Capsula 2—5 -locularis loculicide dehiscens: endocarpium interdum ab exocarpio solutum. Folia plurijuga (petiolata) vel unijuga (petiolata vel sessilia) vel simplicia. Frutices, suffrutices vel herbae, plerumque glabri.

Sect. 1. **Fabago** Tourn. ex Adans. Genus Fabago Adans. Fam. II (1763) 507; Sect. Fabago Endlicher Genera (1841) 1164; Bentham et Hooker in Genera Plantarum f. (i) (1862) 226; Engler in Engl. et Prantl

Nat. Pfl. fam. Ed. 1, III, 4 (1890) 81; in Abh. Akad. d. Wiss. Berlin (1896) 10—11; in Engl. et Prantl. Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19a (1931) 161; Subgenus F a b a g o Popov in Bull. de l'Asie centrale (Tachkent), Livr. 11 (1925) 105, 107—122 T. 1—2, Livr. 12 (1926) 109—116, T. 6 (3) fig. 14—22.

Popov stellt folgende 22 Arten dazu:

33. *Z. portulacoides* Cham. in Linnaea, V (1830) 50; Popov (1925) 111.

34. *Z. Fabago* L. Sp. Pl. Ed. I. (1753) 385; Popov (1925) 112.

35. *Z. fabagoides* M. Popov l. c. (1925) 113.

36. *Z. obliquum* M. Popov l. c. (1925) 113.

37. *Z. Eichwaldii* C. A. M. in Eichw. Pl. casp.-cauc., (1831—1833) 15; Popov (1925) 114.

38. *Z. ramosissimum* M. Popov l. c. (1925) 115.

39. *Z. stenopterum* Schrenk in Bull. phys.-math. Acad. St.-Pétersb. III (1854) 308; Popov (1925) 116.

40. *Z. furcatum* C. A. M. in Ledeb. Fl. alt. II (1830) 106; Popov (1925) 116.

41. *Z. gobicum* Max. Enum. pl. Mongol. fasc. I (1889) 125; Popov (1925) 117.

42. *Z. Rosowii* Bunge in Linnaea XVII (1843) 125; Popov (1925) 117.

43. *Z. turcomanicum* Fisch. in Bull. Soc. Imp. Nat. Mosc. II (1893) 149, (nomen solum) ex Bunge Rel. Lehm. (1851) 59 (235); Popov (1925) 118.

44. *Z. mucronatum* Max. [in Bull. Acad. Pétersb. XXVII (1881) 438 — fide Index Kewensis] Popov (1925) 119.

45. *Z. miniatum* Cham. in Linnaea V (1830) 49; Popov (1925) 120.

46. *Z. subtrijugum* C. A. M. in Ledeb. Fl. Alt. II (1830) 105; Popov (1925) 122.

47. *Z. melongena* Bunge in Ledeb. Fl. Alt. II (1830) 104; Popov (1926) 109.

48. *Z. Loczyi* Kanitz in Pl. Szechenyi (Kolozsvar) (1891) 31; Popov (1926) 110.

49. *Z. Lehmannianum* Bunge in Rel. Lehm. (1851) 61 (237) (in Mém. Acad. St. Pétersb. present. par savant. étrang. VII 237); Popov (1926) 110.

50. *Z. iliense* M. Popov 1. c. (1926) 112.

51. *Z. oxycarpum* M. Popov 1. c. (1926) 112.

52. *Z. pterocarpum* Bunge in Ledeb. Fl. Alt. II (1830) 103; Popov (1926) 113.

53. *Z. Potanini* Max. in Mél. biolog. XI (1881) 174; Popov (1926) 113.

54. *Z. macropterum* C. A. M. in Ledeb. Fl. Alt. II (1830) 102; Popov (1926) 114.

Sect. 2. **Sarcozygium** (Bunge) Engler in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. I, III, 4 (1896) 81; in Abh. Akad. d. Wiss. Berlin (1896) 11; in Engl. et Prantl Ed. 2. 19a (1931) 162; Popov 1. c. (1925) 105, (1926) 117—118, T. 7 (4), fig. 23; Sarcozygium Bunge in Linnaea XVII (1843) 7, T. 1. pro genus.

55. *Z. xanthoxylum* (Bunge) Baill. Hist. d. Pl. IV. (1873) 417.

Sect. 3. **Halimiphyllum** Engler in Abh. Akad. d. Wiss. Berlin (1896) 11, 12; in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19a (1931) 162; Grex Atriplicifolia Popov 1. c. (1925) 105, (1926) 118—119, T. 7 (4) fig. 24.

56. *Z. atriplicoides* Fisch. in Index Sem. Hort. Petrop. I (1835) 41.

Sect. 4. **Melocarpa** Engler in Abh. Akad. d. Wiss. Berlin (1896) 13, 14; in Ann. Istit. bot. Roma VII (1897) 14 (Melocarpum); in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19a (1931) 162.

Flores 5-meri, isomeri. Staminum filamenta basi nuda. Ovarium ovatum, in stylum aequilongum angustatum. Capsula breviter ovata, leviter 5-loba Folia simplicia, petioli breves. Suffrutices glabri.

57. *Z. Robecchii* Engler in Ann. Istit. bot. Roma VII (1897) 14.

58. *Z. Hildebrandtii* Engler in Ann. Istit. bot. Roma VII (1897) 15.

Sect. 5. **Paradoxa** v. Huyssteen.

Flores 4—5-meri, isomeri. Staminum filamenta squamis dentatis vel fimbriatis aucta. Ovarium obovatum, 4—5-gonum, stylus ovario longius. Capsulae endocarpium ab exocarpio interdum solutum. Folia simplicia, suborbiculata vel obovata. Frutices vel suffrutices, glabri.

59. *Z. paradoxum* Schinz in Verh. Bot. Ver. Brand. XXX (1888) 155.

Synonym: *Z. Schäferi* Engler in Pfl. Welt Afrikas, 9, III (i) (1915) 733, fig. 341 A—E; in Engl. Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19a (1931) fig. 75, A—E; fig. solum.

60. *Z. cordifolium* L. f. Suppl. (1781) 232.

Synonym: *Z. Pfeilii* Engler in Notizblatt Bot. Gart. Berlin, I (1897) 244.

? 61. *Z. orbiculatum* Welw. ex Oliver in Fl. Trop. Afr. I (1868) 295 — ex descr.

Sect. 6. **Grandifolia** Engler in Pfl. Welt Afr. 9 III (i) (1915) 735; et in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19a (1931) 165.

Flores 5-meri, isomeri. Staminum squamae fimbriatae, filamentis subaequales. Ovarium 5-lobum. Capsulae carpella compressa, fere ad axim usque libera. Folia brevipetiolata unijuga foliola crassa magna, stipulae interpetiolares magnae suborbiculares vel late lanceolatae, flores 1—4 axillis stipularum fasciculati. Suffrutex glaber.

62. *Z. Stapfii* Schinz in Verh. Bot. Ver. Brand. XXIX (1888) 57.

Sect. 7. **Capensia** Engler in Engl. et Prantl. Nat. Pfl. fam. Ed. 1. III 4 (1890) 81; in Abh. Akad. d. Wiss. Berlin (1896) 14; in Pfl. Welt Afr. 9 III (i) (1915) 734; in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19a (1931) 164, 165.

Flores 5-meri, isomeri. Petala interdum basi miniata. Staminum squamae $^1/_4$—$^2/_3$ longitudinis filamentorum aequantes, denticulatae vel fimbriatae. Ovarium obtuse 5-lobum vel acute 5-gonum. Capsulae endocarpium ab exocarpio interdum solutum. Folia unijuga, longipetiolata vel brevipetiolata vel sessilia. Frutices vel suffrutices plerumque glabri.

Unter dem Namen Capensia wird in dieser Arbeit eine völlig andere Sektion verstanden als unter demselben Namen bei Engler 1915 und 1931. Dort umfaßt die Sektion Capensia die heterogensten Bestandteile. Dazu kommt, daß die Beschreibung, die zu dieser Sektion gefügt wird, — „Kapseln mit meist 1-samigen ungeflügelten oder geflügelten Fächern, meist mit 1 eiförmigen Samen, Stipeln getrennt“ — überhaupt nicht dazu paßt, sondern eher auf die jetzt neu aufgestellte Sektion Alata. Echt geflügelte Früchte kommen fast ausschließlich in der Sektion Alata vor. Ferner sind einsamige Fruchtfächer in keiner andern Sektion so verbreitet wie in der Sektion Alata. Außerdem sind die Nebenblätter häufiger in der Sektion Alata getrennt als in der Sektion Capensia. Nach den beiden letzten Arbeiten Englers über die Gattung Zygophyllum würde man die Bezeichnung Capensia für die Sektion Alata nehmen müssen. Letztere ist mit wenigstens 5 Arten in den beiden letzten Artenlisten der Sektion Capensia enthalten (Engler 1915, 1931), während von den 13 Arten, die Engler 1915 zu der Sektion Capensia stellte, nur vier in der vorliegenden Arbeit zu der Sektion Capensia gestellt werden.

Wenn aber die Bezeichnung Capensia in ihrem jetzt vollkommen veränderten Geltungsbereich beihalten wird, so ge-

schieht dies, weil die erste Definition der Sektion Capensia (Engler, 1890) für Arten mit fachspaltigen Kapseln vorgesehen war. Dazu kommt als zweite und, in diesem Falle, weniger wichtige Tatsache, daß bei der ersten Aufstellung der Sektion Capensia *Z. pygmaeum* E. & Z. als erste Art dieser Sektion zitiert wurde. Die Früchte von *Z. pygmaeum* habe ich nicht gesehen, aber diese Art steht morphologisch dem *Z. spinosum* L. nahe, dessen Früchte sich fachspaltig öffnen, sodaß mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, daß auch *Z. pygmaeum* mit fachspaltigen Früchten versehen ist.

Nur in den wenigsten Fällen standen Früchte der vermutlich in diese Sektion gehörenden Arten zur Verfügung. Trotzdem stelle ich sie wegen der Übereinstimmung in andern Merkmalen in diese Sektion unter der Voraussetzung, daß sie fachspaltige Früchte besitzen. Die Arten, deren reife Früchte zur Verfügung standen, so daß ich mich von der fachspaltigen Öffnungsweise überzeugen konnte, habe ich mit „loc." kenntlich gemacht.

A. Folia sessilia vel inconspicue petiolata vel solum folia superiora inconspicue petiolata.

63. *Z. spinosum* L. Sp. Pl. Ed. I (1753) 386 (loc.)

64. *Z. macracanthum* v. Huyssteen n. sp. (loc.)

Suffrutex glaber, internodia striata vel leviter sulcata foliis longiora. Folia unijuga sessilia, foliola oblongo-obovata vel lineari-oblonga, basin versus leviter angustata, 6—12 mm longa, circ. 3 mm lata. Stipulae parvae, circ. 1 mm longae, saepe connatae, herbaceae. Rhachis inconspicua supra foliola in spinam 2 mm longam producta. Pedicellus 10—14 mm longus. Sepala obtusa, obovato- vel ovato-elliptica, circ. 4 mm longa, circ. 3 mm lata. Petala 7—9 mm longa, 3—5 mm lata, obtusa vel leviter emarginata, sensim in basin angustata, inconspicue unguiculata. Squamae staminum obovatae, denticulatae vel laciniatae 2 mm

longae, 1 mm latae. Ovarium oblongo-subglobosum, circ. 1,5 mm longum, circ. 1 mm latum, stylus circ. 3—6 mm longus. Fructus loculicidus, subglobosus, 5-gonus, circ. 10 mm longus, 10 mm latus.

Diels n. 242, Clanwilliam, 1. 9. 1900, Blüten und Früchte. Schlechter n. 8011, Clanwilliam, 3. 7. 1896, Blüten. Schlechter n. 5054, 27. 7. 1894, Blüten.

Die Art steht dem *Z. spinosum* L. nahe, unterscheidet sich aber durch den noch längeren dornigen Fortsatz der Rhachis und durch die breiteren Blättchen.

65. *Z. pygmaeum* E. & Z. Enum. (1834—1837), p. 97, n. 769.

66. *Z. Rogersii* Compt. in Transactions of the Royal Soc. of S. Afr. Vol. XIX, Pt. 3, (1931) 296 — ex descr.

67. *Z. sessilifolium* L. Sp. Pl. Ed. 1 (1753), 385. (loc.)

68. *Z. fulvum* L. Sp. Pl. Ed. 1 (1753), 386.

69. *Z. cuneifolium* E. & Z. Enum (1834—1837) p. 97, n. 767.

70. *Z. flexuosum* E. & Z. Enum (1834—1837) p. 97, n. 768.

71. *Z. divaricatum* E. & Z. Enum. (1834—1837), p. 97, n. 766.

72. *Z. crassifolium* Schlechter nom. msc. in Mus. bot. Berol. (loc.)

Suffruticosum glabrum, caulibus juvenilibus applanatis anguste alatis, conspicue articulatis, internodiis infra nodos subito dilatatis et deorsum versus nodum inferius sensim attenuatis. Folia unijuga, sessilia, crassa, foliola obtusa, 10—20 mm longa, 5—12 mm lata, in foliis inferioribus late oblongo-obovata, in superioribus oblongo-obovata. Stipulae triangulares vel lanceolatae, 1,5—2 mm longae, liberae vel connatae. Pedicellus circ. 9 mm longus,

in fructu usque 15 mm. Sepala elliptica, acuta, 7 mm longa, 3—4 mm lata. Petala 8 mm longa, 5 mm lata, ungue brevissimo. Squamae staminum ellipticae, 3 mm longae, 1,5 mm lata, apice solum vel etiam lateribus breviter laciniatae. Ovarium angutangulum, oblongum, sensim in stylum brevem angustatum, 3,5 mm longum, 2 mm latum, stylus 1,5 mm longus. Fructus loculicidus, acutangulus, 9 mm longus, 7—8 mm latus.

Schlechter n. 8309, Karee Bergen, 500 m, zwischen Vanrhynsdorp und Garies, 24. 7. 1896, Blüten und Früchte.

73. *Z. leucocladum* Diels in Schultze: Aus Namaland und Kalahari (1907) 705; Fedde Repert. Nov. Sp. VIII (1910) 150.

74. *Z. oocarpum* Loes. in Engler: Pfl. Welt Afr. 9, III (i) (1915) 735, nomen solum.

Frutex glaber, ramulis torulosis cinereis, juvenilibus cortice pallido subalbido vestitis. Folia unijuga, petiolus brevissimus vel obsoletus. Foliola oblongo-obovata, obtusa, 8—12 mm longa, 3—4 mm lata. Stipulae triangulares, plerumque connatae, mebranaceae, deciduae, infra 1 mm longae. Pedicellus circ. 5 mm longus. Sepala concava oblonga, 3 mm longa, 2 mm lata. Petala obovata, obtusa vel leviter emarginata, 6 mm longa, 3 mm lata, ungue circ. 1 mm longo. Squamae staminum ellipticae, circ. 1,5—2 mm longae, breviter ciliatae; filamenta circ. 5 mm longa. Ovarium acute ovoideum, 5-sulcatum, stylus 3,5 mm longus. Fructus oblongo-ovatus, loculicidus, leviter 5-sulcatus, circ. 6 mm longus, 4,5—5 mm latus; exocarpio et endocarpio haud arcte inter se cohaerentibus; exocarpio herbaceo viridi; endocarpio luteolo, nitidulo, firmo.

Dinter n. 2083, Maltahöhe, Südwest-Afrika, 30. 3. 1911, Blüten und junge Früchte.

Diese Art steht dem *Z. leucocladum* Diels sehr nahe. Die Hauptunterschiede liegen in den Größenverhältnissen der Blüten und Blätter und in der Beschaffenheit des Stengels. Die größten Blütenteile von *Z. oocarpum* sind beinahe so groß wie die kleinsten von *Z. leucocladum;* die größten Blättchen von *Z. oocarpum* schwanken zwischen 8—12 mm, die von *Z. leucocladum* zwischen 10—15 mm. Nur die jüngsten Zweige von *Z. oocarpum* haben die weiße Rinde, wie sie alle Zweige von *Z. leucocladum* besitzen. Die Unterschiede zwischen den beiden Arten sind deutlich bei dem vorhandenen Material. Zwischenformen aber, die später entdeckt werden dürften, könnten dazu führen, daß der Artbegriff von *Z. leucocladum* erweitert wird, so daß *Z. oocarpum* mit einzuschließen ist.

75. *Z. sulcatum* v. Huyssteen n. sp. (loc.)

Frutex glaber. Folia unijuga, inferiora conspicue petiolata, petiolus circ. 2 mm longus, foliola oblongo-obovata, usque 12 mm longa et 4 mm lata; folia superiora inconspicue petiolata vel sessilia, foliola circ. 3 mm longa, 1,5 mm lata. Stipulae minimae, triangulares, membranaceae, infra 1 mm longae. Pedicellus 5—6 mm longus, in fructu circ. 10 mm longus. Sepala oblonga, circ. 4 mm longa, circ. 2 mm lata, persistentia. Petala 7 mm longa, 3—4 mm lata, lamina elliptica, ungue circ. 1 mm longo. Squamae staminum ellipticae, denticulatae vel breviter laciniatae, 2 mm longae, 1 mm latae. Stamina 4—5 mm longa. Ovarium sulcatum, ovatum vel ellipticum, stylus 2,5—3 mm longus. Fructus subglobosus vel obovatus, loculicidus, sulcatus, circ. 3,5 mm longue.

Dinter n. 5049 (Bot. Mus. Univ. Zürich) Grabwater, Kl. Karas, Südwest-Afrika, 30. 10. 1923, Blüten und Früchte.

76. *Z. teretifolium* Schlechter in Engl. Jahrb. XXVII (1899) 158 (loc.)

B. Folia conspicue petiolata.

77. *Z. leptopetalum* E. M. in Drège, Zwei Pfl. Docum. (1844) 230, nomen; ex Sond. in Harv. et Sond. Fl. Cap. I (1860) 363.

78. *Z. glaucum* E. M. in Drège, Zwei Pfl. Docum. (1844) 230, nomen; ex Sond. in Harv. et Sond. Fl. Cap. I (1860) 362.

79. *Z. sphaerocarpum* Schlechter nom. msc. in Mus. bot. Berol.

Frutex glaber. Folia unijuga, breviter petiolata, petiolus 1,5—2 mm longus, foliola oblique elliptica, latere exteriore majore, obtusa, 6 mm longa, 4 mm lata. Stipulae triangulares, minutissimae. Pedicellus 5—8 mm longus. Sepala ovata vel obovata, acuta vel mucronulata, circ. 3 mm longa, circ. 2,5 mm lata. Petala 7,5 mm longa, 4 mm lata, basin versus angustata, inconspicue unguiculata. Squamae staminum longae, obovatae, circ. 3 mm longae, 1 mm latae, fimbriatae. Stamina 4,5 mm longae. Ovarium globosum, leviter 5-sulcatum, 1,5 mm longum, 1,5 mm latum, stylum 2 mm longus. Fructus immaturus subglobosus, obsolete sulcatus, 4 mm longus, 3—3,5 mm latus.

Schlechter 11009, Nieuwe Rust, nördlich von Vanrhynsdorp, N. W. Kapland, 330 m, 30. 8. 1897, Blüten und junge Früchte.

80. *Z. pubescens* Schinz in Bull. Herb. Boiss. Sér. II, VIII (1908) 631, 632.

In Dinter: Index der aus Deutsch-Südwestafrika bis zum Jahre 1917 bekannt gewordenen Pflanzenarten XXVII in Fedde Repert XXV (1925) 209—210 führt Dinter unter *Z. pubescens*

Schinz die Nummern Dinter 2237 und 338 auf. Das Exemplar, Dinter 338, in Mus. bot. Berol. trägt aber die Aufschrift *Z. aureum* Dinter. Die Art, *Z. aureum* Dinter, wird auch von Engler aufgeführt in Pfl. Welt Afr. 9 III (1915) 735. Es scheint aber, daß Dinter selbst die Bezeichnung, *Z. aureum* Dinter, für diese Art hat fallen lassen und daß er sie als identisch mit *Z. pubescens* auffaßt.

In dieser Arbeit stützt sich der Name *Z. pubescens* Schinz auf diesem Exemplar von Dinter (338) und auf andern Exemplaren, die mit ihm übereinstimmen. Den Typus von *Z. pubescens* habe ich nicht gesehen.

80a. *Z. Rangei* Engler nomen in Pfl. Welt Afr. 9 III (1915) 735; in Dinter Index der aus Deutsch-Südwestafrika bis zum Jahre 1917 bekannt gewordenen Pflanzenarten XXVII, n. 2701, in Fedde Repert. XXV (1928) 210, nomen.

Die Exemplare dieser Art in Mus. bot. Berol. unterscheiden sich von *Z. pubescens* durch die kürzeren Blättchen. Bei dem unvollständigen Material, das die Aufschrift *Z. Rangei* Engler trägt, scheint es unangebracht, entscheiden zu wollen, ob es sich hier um eine neue Art handelt. Erst wenn mehr Material von beiden Arten, einschließlich Früchte, vorliegt, kann endgültig entschieden werden, ob *Z. Rangei* als selbständige Art aufzufassen sei.

81. *Z. foetidum* Schrad. et Wendl. Sert Hanov. (1795—98) 17, T. 9.

82. *Z. Meyeri* Sond. in Harv. et Sond. Fl. Cap. I (1860) 364.

83. *Z. laxum* Engler in Pfl. Welt Afr. 9 III (i) (1915) fig. 341, M—Q; et in Engl. et Prantl. Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19 a (1931) fig. 75, M—Q; fig. solum.

? 84. *Z. Uitenhagense* Sond. in Harv. et Sond. Fl. Cap. I (1860) 361.

? 85. *Z. debile* Cham. in Linnaea, V (1830) 45.

Sect. 8. **Roepera** Engl. non Juss. in Engler et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 1. III 4 (1890) 82; in Abh. Akad. d. Wiss. Berlin (1896) 14; in Engl. et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19 a (1931) 165.

Flores 4-(5-)meri, isomeri. Staminum filamenta basi intus squamis aucta vel interdum nuda. Endocarpium ab exocarpio solutum. Folia petiolata unijuga vel bilobata. Herbae glabrae.

86. *Z. apiculatum* F. Muell. in Linnaea XXV (1852).
87. *Z. glaucescens* F. Muell. Pl. Vict. I (1860—62) 228.
88. *Z. iodocarpum* F. Muell. in Linnaea XXV (1852) 372.
89. *Z. prismatothecum* F. Muell. l. c. (1852) 375.
90. *Z. Billardierii* DC. Prod. I (1824) 705.
91. *Z. compressum* J. M. Black in Trans. and Proc. Roy. Soc. S. Austr. XLVIII (1924) 256.
92. *Z. hybridum* Tate in Trans. Roy. Soc. S. Austr. XXIII (1899) 291.
93. *Z. Kochii* Tate l. c. (1899).
94. *Z. ovatum* Ewart and J. White in Journ. Roy. Soc. N. S. Wales XLII (1909) 197.
95. *Z. tesquorum* J. M. Black l. c. (1924) 256.

Die Sektionszugehörigkeit folgender südwest- und südafrikanischen Arten konnte nicht ermittelt werden:

Z. microphyllum L. f. Suppl. (1781) 232 und *Z. Lichtensteinianum* Cham. in Linnaea V (1830) 47. Wegen der Früchte, deren Fächer im unreifen Zustande flach zusammengedrückt sind, können sie mit der gleichen Wahrscheinlichkeit in jede von den beiden Sektionen A l a t a oder C a p e n s i a gehören. Von der ersten weichen sie in der Form des Anhängsels ab, von letzteren in der Form der Frucht.

Z. dichotomum Licht. ex Cham. in Linnaea V (1830) 48 und *Z. incrustatum* E. M. in Drège, Zwei Pfl. Docum. (1844) 230, nomen; ex Sond. in Harv. et Sond. Fl. Cap. I (1860) 362 standen nur mit ungenügendem Material zur Verfügung.

Exemplare von folgenden Arten standen überhaupt nicht zur Verfügung:

Z. maculatum Ait. Hort. Kew. Ed. 1 (1789) ii 60.

Z. longicapsulare Schinz in Verh. Bot. Ver. Brand. XXIX (1888) 55.

Z. rigidum Schinz. in Verh. Bot. Ver. Brand. XXIX (1888) 55.

Z. Gilfillani N. E. Br. in Kew Bull. (1906) 100.

Der Vollständigkeit halber seien noch zwei Arten von isolierter Stellung erwähnt:

Z. retivalve Domin in Biblioth. Bot. LXXXIX (1926) 281 aus N. W. Australien.

Z. depauperatum Drake in Bull. Mus. Hist. Nat. Par. (1903) 38 aus Madagaskar, das Engler in Engler et Prantl Nat. Pfl. fam. Ed. 2. 19 a (1931) 165 in eine Gruppe für sich „Depauperata" gestellt hat.

Bestimmungsschlüssel der afrikanischen Arten der Gattung Zygophyllum.

Der Bestimmungsschlüssel der Gattung Zygophyllum gliedert sich am besten zuerst nach den Sektionen der natürlichen Verwandtschaft, die auf Grund mehrerer Merkmale aufgestellt sind. Bei der großen Formenfülle der Gattung ist es schwierig, die Arten innerhalb einander scharf gegenüberstehenden Gruppen zu trennen. Es ist angebracht in diesem Fall, für jede Sektion getrennt einen Bestimmungsschlüssel aufzustellen; denn, wenn sich alle Merkmale erkennen lassen, ist es nicht schwierig, die Sektionsangehörigkeit festzustellen.

Dieser Weg war hier leider nicht möglich, denn wegen mangelhaften Materials ist die Sektionszugehörigkeit einer ganzen Anzahl Arten noch nicht mit Sicherheit bekannt: z. B. wenn die Frucht von *Z. Migiurtinorum* bekannt wäre und man diese Art mit Sicherheit zu der Sektion Mediterranea stellen könnte, würde es bedeutend leichter sein, sie zu bestimmen, als es jetzt ist

Die Mangelhaftigkeit des Schlüssels begründet sich weiter damit, daß auch der Erhaltungszustand mancher Arten die Festlegung der Merkmale und somit auch die Unterbringung der Arten im Schlüssel sehr erschwert hat. Damit war aber nicht nur

die Unterbringung dieser Arten sehr schwierig, sondern auch derjenigen, die in allen ihren Organen, z. B. auch in den Früchten, bekannt sind; denn es ließen sich z. B. bei den Früchten als Merkmalsträgern keine Gegenüberstellungen finden. Es mußten daher in vielen Fällen die Blättchen zur Bestimmung in Betracht gezogen werden, was in bezug auf systematischen Wert bei der Unterscheidung der Arten nur eine Notbehelf darstellt.

A. Staubfaden ohne Anhängsel. Blätter stets einfach.

Blattstiel 2—5 mm lang.

Z. Robecchii.

Blattstiel höchstens 1 mm lang.

Z. Hildebrandtii.

B. Staubfaden mit Anhängsel versehen. Blätter einfach oder paarig gefiedert.

a) Anhängsel bis beinahe zur Basis gespalten.

I. Blätter immer einfach, sitzend.

Einjährig. Blättchen länglich - keilförmig oder verkehrt-eiförmig.

Z. simplex.

Strauch. Blättchen rundlich oder verkehrt-eiförmig.

Z. prismatocarpum.

II. Blätter einpaarig gefiedert, gestielt; bei einigen sowohl einfache sitzende Blätter als auch einpaarige, gestielte.

i. Frucht stark von oben nach unten zusammengedrückt, Fruchtfächer breiter als lang.

Z. clavatum.

ii. Frucht nicht von oben nach unten zusammengedrückt, Fruchtfächer wenigstens so lang wie breit oder länger.

aa. Blättchen stielrund wie die Blattstiele.

Z. cylindrifolium.

bb. Blättchen flach.

X. Gestielt einpaarig gefiederte und einfache sitzende Blätter durcheinander auf derselben Pflanze. Die größeren Blättchen 6 mm lang oder länger.

Z. Maximiliani.

XX. Blätter nur einpaarig gefiedert, gestielt; oder nur im unteren Teil einpaarig gefiedert, gestielt, zum Sproßende hin dagegen einfach und sitzend; oder gestielte, einpaarig gefiederte Blätter, deren Blättchen höchstens 4 mm lang sind, durcheinander mit einfachen, sitzenden Blättern.

α. Blüten in vielblütigen Dichasien, oder in wenigblütigen Dichasien, die rispenartig angeordnet sind.

†. Blütenstand locker. Frucht kreiselförmig.

Z. decumbens.

††. Blütenstand dicht. Frucht breit spindelförmig.

* Blütenstiel 3—4 mm lang. Kelchblätter halb so lang wie die Blumenkronblätter.

Z. Dregeanum.

** Blütenstiel 2,5 mm lang. Kelchblätter $^1/_2$—$^3/_4$ so lang wie die Blumenkronblätter.

Z. densiflorum.

β. Blüten in wenigblütigen Wickeln (oder Dichasien), die nicht zu einem Blütenstand zusammengedrängt sind.

†. Wirr verzweigter Strauch, sehr ästig.

Z. retrofractum.

††. Nicht wirr verzweigt, nur an der Basis ein dicker Stamm, sonst dünne Zweige.
Z. tenue.

b) Anhängsel ungeteilt.

I. Blätter einfach.

Blättchen breiter als 3 cm (ex descr.).
Z. orbiculatum.

Blättchen schmaler als 3 cm.

Blättchen 2—3,5 cm lang.
Z. cordifolium.

Blättchen 7—20 mm lang.
Z. paradoxum.

II. Blätter einpaarig gefiedert, meist durchweg ein Blättchen abortiert, das vorhandene Blättchen und der Blattstiel zylindrisch.
Z. hamiense.

III. Blätter einpaarig gefiedert.

i. Nebenblätter groß, halbkreisförmig, Blüten langgestielt zu mehreren in den Achseln der Nebenblätter stehend.
Z. Stapfii.

ii. Nebenblätter klein, Blüten zu 1 oder 2 scheinbar blattachselständig (morphologisch endständig).

aa. Früchte groß und deutlich geflügelt, 18—30 mm lang, 15—30 mm im Durchmesser. Fächer flach zusammengedrückt und geflügelt. Der 5 bis 10 mm breite Flügel besteht nur aus Exokarp.
Z. Morgsana.

bb. Früchte nicht so groß und so breit geflügelt.

X. Staubfädenanhängsel sehr breit, verkehrt-eiförmig, oben gerade abgestutzt und gekerbt. Fruchtfächer zusammengedrückt, jedes Fach

mit einem 1 mm breiten Flügel versehen, der nur aus Exokarp besteht. Früchte scheidewandspaltig.

α. Blattstiele ungefähr so lang wie die Blättchen. Blättchen zylindrisch oder schmal. Wenigstens die jungen Stengel behaart.

†. Dichtfilzig behaart (besonders im jugendlichen Zustande).

Z. incanum.

††. Kurz anliegend behaart.

* Nebenblätter 3—4 mm lang.

Z. longistipulatum.

** Nebenblätter ungefähr 2 mm lang.

Z. microcarpum.

β. Blattstiele sehr kurz, viel kürzer als die Blättchen. Blättchen flach. Vegetative Teile fast vollkommen kahl.

Blättchen 12 bis über 20 mm lang.

Z. Trothai.

Blättchen 8—12 mm lang.

Z. latialatum.

Blättchen kürzer als 7 mm.

Z. suffruticosum.

XX. Staubfädenanhängsel elliptisch, zugespitzt, ganzrandig oder etwas gekerbt. Früchte scheidewandspaltig in Kokken. Fruchtfächer nicht flach zusammengedrückt. Flügel nicht vorhanden.

α. Früchte mit hornförmigen Fortsätzen versehen, die beinahe so lang wie die Früchte selbst sind.

Z. cornutum.

β. Früchte im oberen Teil verbreitert, aber ohne hornförmige Fortsätze.

†. Früchte mit nur wenig hervorspringenden Ecken.

* Frucht halb-kugelig, spitz, 5-eckig.

Z. Geslini.

** Frucht länglich-verkehrteiförmig (ex descr.)

Z. gaetulum.

†† Früchte mit stark hervorspringenden Ecken.

* Fruchtfächer spitz, deutlich kielförmig. Graufilzig behaart.

Z. album.

** Fruchtfächer abgerundet, nicht kielförmig. Junge Teile behaart, später kahl werdend.

Z. amblyocarpum.

γ. Früchte im oberen Teil nicht oder nur wenig verbreitert.

† Früchte schmal prismatisch, nicht breiter als 4 mm.

Z. prismaticum.

†† Früchte wenigstens 4 mm breit.

* Früchte länglich, ungefähr zweimal so lang wie breit.

Z. coccineum.

** Früchte höchstens $1^1/_2$ mal so lang wie breit.

Z. Fontanesii.

XXX. Staubfadenanhängsel beinahe so lang wie das Filament, oben und an den Seiten lang befranst. Frucht fachspaltig.

Blattstiele ungefähr 10 mm oder länger. Blättchen bis 25 mm lang.

Z. leptopetalum.

Blattstiele 3—6 mm lang. Blättchen nicht länger als 10—15 mm

Z. glaucum.

Blattstiele bis 2 mm lang. Blättchen nicht länger als 6 (—8) mm.

Z. sphaerocarpum.

XXXX. Staubfädenanhängsel und Früchte nicht in den Kombinationen wie in X, XX, XXX; entweder nur die Kombination verschieden, oder auch Ausgestaltung der Staubfädenanhängsel und Früchte anders als in X, XX, XXX.

α. Blätter sitzend oder fast sitzend, oder nur die oberen Blätter sitzend bis fast sitzend, die unteren dagegen deutlich gestielt.

† Fortsatz der Rhachis waagerecht abstehend, lanzettlich zugespitzt und dornig, 2 mm lang.

Z. macracanthum.

†† Fortsatz der Rhachis entweder kürzer oder nicht dornig.

* Junge Blätter und Blütenstiel mit langen weißen Haaren bedeckt.

Z. teretifolium.

** Junge Blätter und Blütenstiel kahl.

○ Blättchen ungefähr 4 mm breit oder breiter.

— Blättchen breit, sehr stumpf, die Außenseite größer, höch- 10 mm lang.

Z. divaricatum.

— — Blättchen länger als 10 mm, oder, wenn kürzer, dann nicht auffallend ungleichseitig.

ø Früchte kürzer als 6 mm.

Z. sulcatum.

ø ø Früchte 6 mm lang oder länger.

~ Blättchen mit einem kleinen Spitzchen versehen. Nebenblätter lanzettlich.

¿ Filamente zwei- bis dreimal so lang wie Anhängsel, Anhängsel oft papillös. Griffel meist länger als Fruchtknoten.
Z. fulvum.

¿ ¿ Filamente weniger als zweimal so lang wie Anhängsel. Griffel ungefähr so lang wie Fruchtknoten.
Z. sessilifolium.

~ ~ Blätter ohne deutliches Spitzchen oder Nebenblätter nicht lanzettlich.

¿ Blättchen verkehrt-eiförmig, sehr stumpf, die größeren 6—10 mm breit.
Z. crassifolium.

¿ ¿ Blättchen höchstens 6 mm breit, nicht sehr stumpf.

Die größten Blättchen 10—14 mm lang, 4 bis 5 mm breit. Petalen ungefähr 7 mm lang. Staubfaden 5—6 mm lang. Anhängsel 2,5 mm lang. Rinde weiß.
Z. leucocladum.

Blättchen und Blütenteile kleiner. Rinde nur von den jüngsten Zweigen weiß, sonst aschengrau.
Z. oocarpum.

○○ Blättchen schmal, höchstens 4 mm breit.

— Blättchen ungefähr dreimal so lang wie breit. (ex descr.)

Z. cuneifolium.

— — Blättchen viel länger als breit.

ø Blättchen länglich keilförmig (ex descr.)

Z. flexuosum.

øø Blättchen linear.

~ Frucht oval (ex descr.)

Z. pygmaeum.

~~ Frucht kugelig, 5-eckig.

Z. spinosum.

~~~ Frucht breit eiförmig (ex descr.)

Z. Rogersii.

β. Blätter kurz gestielt, Blattstiel 1—1,5 mm lang.

† Kelchblätter lanzettlich zugespitzt (ex descr.)

Z. rigidum.

†† Kelchblätter länglich, sehr stumpf (ex descr.)

Z. Gilfillani.

γ. Blätter deutlich gestielt.

† Junge Sprosse kurz anliegend dicht behaart, Frucht länglich.

* Nebenblätter dick bräunlich, behaart; Blattstiele länger als 3 mm.

Z. cinereum.

** Nebenblätter häutig, weiß; Blattstiele 1,5—2 mm lang (ex descr.)

Z. longicapsulare.

†† Sprosse kahl oder höchstens kurz weichhaarig.
~~~

* Blättchen breit, wenigstens 10 mm breit.
○ Junger Kelch, dicht behaart.
Z. foetidum.

○○ Junger Kelch, kahl oder fast kahl.
— Stengel 4-eckig.
Z. Meyeri.

— — Stengel rund, Früchte länglich-kugelig, im Umriß rund.
Z. laxum.

** Blättchen nicht breiter als 7 mm.
○ Blättchen viel länger als Blattstiel, Blattstiel nicht länger als 3 mm.
— Strauchig.
ø Blattstiele 2—3 mm lang, Blättchen verkehrt-eiförmig bis spatelförmig.
Z. pubescens.

øø Blattstiele 1—2 mm lang, Blättchen linear lanzettlich (ex descr.)
Z. maculatum.

— — Schlaffe Halbsträucher.
ø Frucht halbkugelig, mit stumpfen Ecken. (ex descr.)
Z. Uitenhagense.

ø ø Frucht länglich, 4—5-flügelig (ex descr.)
Z. debile.

○○ Blättchen ungefähr so lang wie der Blattstiel.
— Baumartig (ex descr.)
Z. dichotomum.

— — Sträucher.
ø Blättchen sehr klein. 2—4 mm lang, (ex descr.)
Z. microphyllum.

ø ø Blättchen größer.

~ Etwas dornig, Stamm mit weißen Wärzchen bekleidet.

Z. incrustatum.

~ ~ Nicht dornig, Stamm nicht mit weißen Wärzchen bekleidet.

¿ Blättchen länglich elliptisch oder elliptisch.

Z. Lichtensteinianum.

¿ ¿ Blättchen verkehrt-eiförmig bis keilförmig.

Z. Migiurtinorum.

V. Die geographische Verbreitung der Gattung Zygophyllum im Zusammenhang mit den verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den einzelnen Gruppen.

A. Die oekologischen Verhältnisse.

Die Zygophyllum-Arten sind vorwiegend Pflanzen der Ebene. Schlechter, der die Gattung in der Natur beobachtet hat, meint, daß das *Z. spinosum* L., das sich zwar auch an sandigen Bergabhängen findet, nicht weit über den Fuß der Berge hinauskommt. Es liegen aber einige Literatur- und Sammlerangaben über Zygophyllum-Fundorte in den höheren Bergregionen vor. So führt Compton folgende Fundorte auf: *Z. fulvum* L. auf dem Gipfel des Witteberges (über 1500 m ü. M.) und *Z. Rogersii* Compton auf dem Witteberg, über 1000 m. Engler sammelte *Z. latialatum* Engl. in Mariental, 1300 m ü. M., und Pearson *Z. suffruticosum* Schinz auf dem Großen Karasgebirge zwischen Krai Kluft und Narudas Süd, über 1600 m ü. M.

Nach Schlechter scheinen die meisten Arten schweren Boden zu meiden, nur *Z. sessilifolium* L. wächst stets auf Lehm oder Schiefer. In den anderen Sammlerangaben kommen die Ausdrücke „Sandfläche", „sandiger Abhang" oder auch „steiniger Boden" häufig vor. Auch Kalk und Lehm werden angegeben, sowie Korallenkalk- und Kreidefelsen.

Einige Literaturangaben und zahlreiche Sammlerangaben betonen, daß Zygophyllum-Arten vorzugsweise auf salzigem Boden wachsen. So gedeiht das nordafrikanische *Z. album* L. z. B. bei Alexandria am Meeresgestade (Schweinfurth), und ist sogar häufig in den feinsandigen Wüstenstrichen am Meere, und Schlechter schreibt, daß man an der Südküste Afrikas, besonders in der Nähe der Algoa-Bai, nicht selten Zygophyllum-Büsche dicht am Rande des Meeres sieht. Bei Kap Cross, etwas nördlich von Swakopmund, wächst nach Angaben von Schultze, *Z. clavatum*

Schlechter et Diels sogar an den Überflutungsstellen des Meeres; allerdings sind die Büsche an diesen Stellen gelichtet; sonst wachsen sie üppig. Außerdem schreibt Schweinfurth, daß *Z. coccineum* L. und *Z. album* L. in außerordentlicher Üppigkeit auf der Küstenfläche der Gubeten wucherten. Weiter sammelte er auf den Korallenfelsen bei Kap Ras Benas am Roten Meer *Z. decumbens,* Del. Besonders hervorzuheben ist das vielfache Auftreten von Zygophyllum-Arten am Meeresstrande in den verschiedenen Erdteilen, einmal am Mittelmeer, dann am Roten Meer, am Atlantischen Ozean an der Küste Südwestafrikas und dann wieder in der Algoa Bai im Indischen Ozean.

Für die Wüste bei Heluan beschreibt Stocker, daß der hohe Salzgebiet des Bodens die Wasseraufnahme durch die Pflanzen erschwert, und daß gerade der Grad der Auswaschung darüber entscheidet, ob eine Vegetation möglich ist oder nicht. Zu den ersten Pflanzen, die sich an den ausgewaschenen Stellen behaupten können, gehört eine Zygophyllum-Art, *Z. coccineum* L. Je mehr die Auswaschung zunimmt, desto üppiger werden die Büsche. In den kleinen Regenrinnen an der Hamada sind die Salze auch so weit ausgewaschen, daß eine kümmerliche Vegetation, bestehend aus einigen speziell angepaßten einjährigen, hier gedeihen kann. Hieran ist auch eine Zygophyllum-Art, das krautige *Z. simplex* L., beteiligt.

B. **Die geographische Verbreitung.**

1. Die Verbreitung der Gattung.

Die Gattung Zygophyllum weist eine reiche Entwicklung in den Steppen- und Wüstengebieten der alten Welt auf. Als reiche Entwicklungszentren wären besonders das südwestliche und zentrale Asien, Nordafrika bis Arabien, und in Südafrika das Gebiet nördlich und südlich des Oranjeflusses zu nennen. Im Osten anfangend erstreckt sich das Areal der Gattung Zygophyllum von der Wüste Gobi nach Westen über die zentralasiatischen-, Kirgisen-, aralischen und kaspischen Steppen hin, zu den nördlichen Ufern des Schwarzen Meeres, und mit *Z. Fabago* L. sogar über Italien bis Spanien. Weiter erstreckt sich das Areal von Vorder-

indien über Arabien und Palästina, Sokotra, Somaliland über Nordafrika bis zu den Kanarischen und Kap Verde Inseln. In Südafrika wird das Areal von Angola südwärts fortgesetzt über die Gebiete in Südwestafrika und im westlichen Kapland, wo sich die Zahl der Arten gewaltig vermehrt, bis ungefähr zu dem Sondasrivier. Schlechter hat darauf aufmerksam gemacht, daß es auffallend sei, „wie im Osten, wo die Grasregion beginnt, plötzlich Zygophyllum verschwindet". Wenn auch im Kapland die meisten Zygophyllum-Fundorte in der Küstenzone liegen, so finden sich doch auch einige im Innern: so liegt z. B. der Fundort von *Z. Gilfillani* N. E. Nr. in dem Middelburg-Distrikt, und ein Fundort von *Z. incrustatum* E. M. ex Sond. bei Kimberley (von Engl. in Plantae Marlothianae in Engl. Bot. Jahrb. 10. Bd. [1889] 32 als *Z. cuneifolium* E. & Z. aufgeführt). Nach Schlechter hat Zygophyllum „eine ganz ähnliche geographische Verbreitung wie Pelargonium" — das gilt aber nur für die Verbreitung der beiden Gattungen innerhalb Südafrikas; jedoch mit dem Unterschied, daß, je mehr man sich, vom Süden kommend, dem Oranjefluß nähert, „Pelargonium nach dorthin oder wenigstens über jenen Fluß hinaus fast ganz verschwindet", während Zygophyllum „desto mehr Arten bildet und noch jenseits des Flusses eine reiche Entwicklung aufweist."

Schließlich kommen auch noch in Australien mehrere Zygophyllum-Arten vor.

Interessant ist auch die Beschränkung einiger Wuchsformen auf bestimmte Gebiete. So kommen Arten, die mit Hilfe eines Rhizoms überdauern, ausschließlich in den Vorder- und mittelasiatischen Steppen vor, außer der einen Art, *Z. Fabago* L., die zu einer weiteren Verbreitung gelangt ist. Diese Wuchsform findet ein Gegenstück in den einjährigen, krautigen Arten Australiens. Die höchsten Sträucher dagegen gedeihen vorwiegend in dem Gebiet nördlich und südlich des Oranjeflusses.

Kommen wir zu Arten mit einfachen Blättern, so findet sich eine Art, *Z. atriplicoides* F. & M., in Asien, alle anderen aber sind auf Afrika beschränkt. Merkwürdig ist, daß diese afrikanischen Arten mit einfachen Blättern, abgesehen von zwei Arten in Somaliland, ausschließlich dem westafrikanischen Gebiet zwischen Angola im Norden und Saldanha Bai im Süden angehören, ob-

wohl sie in zwei diametral entgegengesetzte Sektionen, Bipartita und Paradoxa, gehören. Unbeachtet bleiben hierbei das nordafrikanische *Z. decumbens* Del., dessen o b e r e Blätter einfach sind, und das von Vorderindien über Nordafrika bis ins westliche Kapland hinein verbreitete *Z. simplex* L., das auch einfache Blätter besitzt. Die Beschränkung der Arten mit einfachen Blättern auf ein bestimmtes Gebiet ist schon Schlechter aufgefallen. Er glaubte aber, daß diese Arten ausschließlich der Namaqua-Region angehören. Diese Ansicht Schlechters läßt sich dadurch erklären, daß er die Verhältnisse bei Zygophyllum in Asien aus eigener Anschauung nicht kannte.

Eigentümlich für einige asiatische wie auch für die afrikanischen Arten ist das relativ kleine Areal. Nur drei Arten sind zu einem größeren Areal gelangt: *Z. Fabago* L. ist nach Popov über folgende Gebiete verbreitet: Zentralmongolei, über die Kirgisen-Steppe, Vorderasien, Ägypten, Kaukasien und Südrußland bis Rumelien über Italien und Südfrankreich bis Spanien (nach Popov in Westeuropa und Zentral-China eingeführt). Das Areal von *Z. simplex* L. reicht von Vorderindien, über Arabien, Palästina, die Sinai-Halbinsel, Sokotra, Somaliland, die Wüsten Ägyptens und Nubiens; diese Art kommt nach Angaben von Battandier und Trabut auch in Algerien vor. Es sind auch Standorte von den Kap Verdischen Inseln bekannt. Ferner ist diese Art von Angola (Benguela und Mossamedes) über Südwestafrika bis nach Klein Namaqualand verbreitet. Der südlichste Fundort, von dem Exemplare in Mus. bot. Berol. vertreten sind, ist der Olifantsrivier. Innerhalb Südafrikas ist *Z. Morgsana* L. weit verbreitet: von Südwestafrika über die Kap-Halbinsel bis zum südöstlichen Kapland. Der nördlichste bezw. südöstlichste bis jetzt bekannte Fundort ist am Südabfall des Klinghardtgebirges bezw. in der Umgebung von Port Elizabeth.

2. Die Verbreitung der einzelnen Sektionen.

a) Verbreitung der Untergattung AGROPHYLLUM.

Das Areal der Untergattung AGROPHYLLUM ist geschlossener als das der Untergattung ZYGOPHYLLOTYPUS. Die erst

genannte Untergattung ist auf Afrika, Arabien und die naheliegenden Gebiete beschränkt. Es kommen nur die beiden Arten *Z. dumosum* Boiss. und *Z. bucharicum* L. Festsch. aus der Subsektion Dumosa in Asien und die monotypische Sektion Roeperiopsis in Australien vor. Ferner sind zwei nordafrikanische Arten bis Vorderindien verbreitet.

Die Sektion Bipartita besitzt ein interessantes Areal. Eine Art, *Z. decumbens* Del., kommt auf beiden Seiten des Roten Meeres vor. Alle anderen Arten, außer dem in seinem Habitus abweichenden einjährigen *Z. simplex* L., kommen ausschließlich in Südafrika vor, und zwar in Südwestafrika, in Klein-Namaland und in der Karroo. Von einigen Arten liegen die meisten bisher bekannten Fundorte in Südwestafrika, von anderen sogar alle (soweit sie zurzeit festgestellt sind). Der südlichste der zurzeit bekannten Fundorte an der Westküste ist der Olifantsrivier *(Z. retrofractum)*. Sonder zitiert aber auch einen Fundort von *Z. retrofractum* zwischen Kochmanskloof und dem Gauritzrivier im Süden. Diese beiden Areale, das am Roten Meer und das in Südafrika, werden verbunden durch das Areal des *Z. simplex* L. (siehe oben); dabei erstreckt sich das Areal von *Z. simplex* über das ägyptisch-arabische nach Südosten hinaus bis Somaliland, Sokotra und Vorderindien.

Auch das Areal der Sektion Alata liegt teilweise in Asien, teilweise in Südwestafrika und im Kapland. Hier sind die Areale aber scharf voneinander getrennt. Die Untersektion Dumosa weist ein disjunktes Areal auf. Die eine Art, *Z. dumosum* Boiss., ist auf Palästina, Arabien und die Sinai-Halbinsel beschränkt, die andere Art, *Z. bucharicum* B. Fedtsch., ist auf Turkestan beschränkt. Die Untersektion Angustialata weist ihre Hauptentwicklung in Südwestafrika auf. Einige Fundorte aus dem westlichen Kaplande sind auch bekannt, von denen der südlichste der Olifantsrivier für *Z. microcarpum* Licht. ex Cham. ist. Über die weite Verbreitung von *Z. Morgsana* L. aus der monotypischen Untersektion Morgsana ist bereits oben gesprochen.

Die Sektion Mediterranea ist über ganz Nordafrika von den Kanarischen Inseln bis Sokotra und in den anschließenden Gebieten verbreitet. Nur zwei Arten, *Z. album* L. und *Z. cocci-*

neum L. haben eine weite Verbreitung erreicht. Sie gedeihen überall in den Wüsten Ägyptens, Nubiens, der Sinai-Halbinsel, Syriens und Arabiens. *Z. album* kommt auch in Algerien (nach Blatter) und Cypern (nach Boissier) vor, und *Z. coccineum* in Palästina (nach Boiss., nach Blatter) und Vorderindien (Sindh). Die Areale der anderen Arten sind bedeutend kleiner. Sie schließen sich aber ungefähr aneinander an, sodaß Zygophyllum-Arten von den Kanarischen Inseln bis Somaliland und Vorderindien zu finden sind.

Im Westen anfangend, finden wir *Z. Fontanesii* Webb et Berth. auf den Kanarischen Inseln und in Marokko. Auch *Z. gaetulum* Emb. et Mairę kommt in Marokko vor. Weiter nach Osten schließen sich *Z. Geslini* Coss. und *Z. cornutum* Coss. in Algerien an. Dann folgen die Areale von *Z. album* und *Z. coccineum* (siehe oben). *Z. hamiense* Schweinf. und *Z. amblyocarpum* Bak. sind bis jetzt nur in Arabien gefunden worden. Schließlich sind *Z. prismaticum* Chiov. und *Z. Migiurtinorum* Chiov. aus Somaliland bekannt geworden.

Die letzte afrikanische Sektion aus dieser Untergattung, Cinerea, ist bis jetzt nur aus Südwestafrika bekannt (nördlich des Oranjeflusses).

Die letzte Sektion der Untergattung Agrophyllum ROEPERIOPSIS hat ihr Areal nur in Australien.

b) Verbreitung der Untergattung ZYGOPHYLLOTYPUS.

Die Untergattung ZYGOPHYLLOTYPUS ist viel weiter verbreitet als die Untergattung Agrophyllum, in Asien über das Areal der Untergattung Agrophyllum hinaus bis zu der Zentralmongolei, im Mittelmeergebiet über Afrika hinaus bis Spanien, in Südafrika auch über das Areal hinaus bis ungefähr nach Algoa Bai. Auch in Australien erfährt die Untergattung Zygophyllotypus eine reiche Entwicklung.

Dagegen weist das Areal der Untergattung Zygophyllotypus eine große Disjunktion auf. Die Teil-Areale in Asien und Nordafrika, Südafrika und Australien sind durch weite Land- und Wassermassen voneinander getrennt. In der Untergattung Agro-

phyllum verbindet *Z. simplex* L. immerhin noch die nord- und südafrikanischen Areale. Hier fehlen aber solche Verbindungen der Teilareale vollkommen.

In Asien ist die Untergattung Zygophyllotypus durch die drei Sektionen Fabago, Sarcozygium und Halimiphyllum vertreten. Genaue Standortsangaben für die einzelnen Arten liegen bei Popov vor. Hier sei nur kurz darauf hingewiesen, daß die Sektion Fabago von der Wüste Gobi über Altai, Songarei, Tienschan, Turkestan, Kirgisensteppen bis zum Kaspischen Meer verbreitet ist; mit der einen Art, *Z. Fabago*, sogar auch bis Ägypten und Spanien. Die Areale der Sektionen Sarcozygium und Halimiphyllum sind kleiner und sind ungefähr in dem Areal der Sektion Fabago enthalten.

Die Sektion Melocarpa, die nur zwei Arten, die einfache Blätter besitzen, umfaßt, ist auf Somaliland beschränkt.

Die andere afrikanische Sektion, die Arten mit einfachen Blättern umfaßt, Paradoxa, folgt der Westküste Afrikas von Benguela bis Saldanha Bai.

Die eigenartige monotypische Sektion Grandifolia kommt nur in Südwestafrika vor, und zwar, nach den Fundorten aus der Literatur und auf den Sammlerzetteln in Mus. bot. Berol., ungefähr zwischen Swakopmund (etwas nördlicher) und der Elizabethbucht.

Die umfangreiche Sektion Capensia bewohnt ein großes Areal in Südafrika. Im Nordwesten erstreckt das Areal sich bis Südwestafrika. Der am weitesten nach Südosten gelegene Bezirk, in dem Zygophyllum-Arten — deren Sektionsangehörigkeit ungeklärt ist — noch vorkommen, dürfte der von Uitenhage sein. Es sind mir aus der Literatur und aus den Sammlerangaben in Mus. bot. Berol. keine Fundorte bekannt, die weiter nordöstlich gelegen sind als Kimberley. Es wäre nicht empfehlenswert, das Areal der Sektion Capensia an dieser Stelle genauer festlegen zu wollen, da gerade das Innere des Landes botanisch keineswegs erschöpfend erforscht ist; eine weitere Forschung in Südafrika würde hier gewiß noch viele neue Standorte entdecken. Am artenreichsten scheint das westliche „Küstengebiet" von Südwestafrika bis Kapstadt.

C. Die geographische Verbreitung der Gattung Zygophyllum im Verhältnis zu ihrer systematischen Gliederung.

Wenn wir versuchen, uns eine Vorstellung von der Entwicklung der Gattung Zygophyllum zu machen, dann müssen wir die heutigen Verbreitungsareale in Betracht ziehen und versuchen, ihre Entwicklung zu verstehen.

Die wesentlichsten Ausführungen hierüber hat Engler (1896) gemacht. Er wies darauf hin, daß die Verbreitungsareale der Zygophyllinae in Ägypten und im westlichen Vorderasien konvergieren. Diese Gebiete, wenn sie in der Kreide- und Tertiärzeit auch selbst vom Meer bedeckt waren, grenzten an Gebiete, in denen schon frühzeitig eine Steppenflora ausgeprägt sein mußte.

Engler stellt es sich nun so vor, daß sich die untereinander nahe stehenden asiatischen Sektionen Fabago, Sarcozygium und Halimiphyllum erst dann nach Norden hin entwickelten, als die asiatischen Steppengebiete vom Meere entblößt waren. Er meint, daß das Areal seiner „Sektion Agrophyllum" (in vorliegender Arbeit Untergattung), im Gegensatz zu dem heutigen Areal der oben genannten Sektionen, auf Terrain liegt, das schon frühzeitig vom Meer entblößt war. Hierbei habe das Areal dieser Sektion das der Sektion Fabago im nördlichen Arabien berührt. Er nimmt weiter an, daß sich die Sektion Melocarpa im Norden abzweigte, während sich Capensia im Süden entwickelte.

Das Vorkommen der Gattung in mehreren Arten in Australien erklärt Engler entweder durch Abstammung von der Sektion Capensia oder durch gleichen Ursprung mit ihr. Er findet die Bestätigung seiner Hypothese in dem Verhalten der Samenschale der beiden Sektionen: die auf ihre Samenschale untersuchten Arten aus der Gruppe Roepera besitzen im Prinzip dieselbe spiralfaserige Struktur der Innenwand, wenn auch bei ihnen „die Spiralfaser sich abrollt und ganz aus der Schleimhülle heraustritt". Engler hält es für wahrscheinlich, daß schleimige Samen von einer Zygophyllum-Art von Südafrika nach Australien gelangt sind und sich dort weiter entwickelt haben. Als Stütze für diese Hypothese führt er die Verbreitung von Pelargonium bis Australien auf. So einleuchtend diese Hypothese auch

ist, so erklärt sie doch nicht das rätselhafte Auftreten der Sektion Roeperiopsis in Australien, die von den übrigen australischen Arten in ihrer Frucht bedeutend abweicht.

Popov meinte, daß die asiatische Sektion Fabago am nächsten mit der australischen Sektion Roepera verwandt sei, und zwar besonders mit den Arten wie *Z. Kochii* Tate, die pentamere Blüten besitzen, deren Staubfäden Anhängsel am Grunde haben, und deren Kapseln oben abgerundet und nicht abgestutzt sind. Gerade diese australischen Arten stehen aber der südafrikanischen Sektion Capensia, besonders dem *Z. aureum* Dinter, sehr nahe. Die Merkmale, die Roepera von Fabago trennen, nämlich die scharfe Differenzierung des Endokarps, das völlige Abreißen des Endokarps, das sich beim Reifen vom Exokarp trennt, und das Bleiben der Kelchblätter an der Frucht sind gerade die Merkmale, die auf die Verwandtschaft zwischen Roepera und Capensia schließen lassen.

Auch wenn die Sektionen heute umgruppiert sind und die Gattung uns in einer anderen Gestalt erscheint, ist die Hypothese Englers, daß die Verbreitung der Gattung vom westlichen Vorderasien und von Ägypten ausgegangen ist, noch recht annehmbar. Sie scheint eine Bestätigung durch das Areal der Sektion Bipartita zu erfahren. Das beinahe bis zur Basis gespaltene Anhängsel der Staubfäden, die fast bis zur Mittelsäule freien Fruchtblätter von *Z. simplex* L. und der regelmäßige wicklig-dichasiale Aufbau von *Z. decumbens* Del. machen es außerdem wahrscheinlich, daß einige Arten der Sektion Bipartita zu den ältesten in der Gattung gehören. Die Sektion Bipartita ist mit einer Art, *Z. decumbens* Del., noch in Ägypten und Arabien vertreten. Anderen Arten ist es gelungen, sich mittels der klebrigen Beschaffenheit ihrer Samenschale über den Äquator hinweg zu verbreiten. Das illustriert das heutige Areal von *Z. simplex* L. In Südwestafrika ist die Sektion Bipartita mannigfaltig vertreten. Interessant ist, daß *Z. simplex* in Groß-Namaland auch in einer Varietät mit längeren Früchten vorkommt, die Schinz als var. namaense bezeichnet hat. Das Auftreten von einer Art in zwei Varietäten (das typische *Z. simplex* und die *var. namaense)* in diesem Gebiet ist gewissermaßen ein Gegenstück zu der reichen Gliederung der ganzen Sektion in diesem Gebiet.

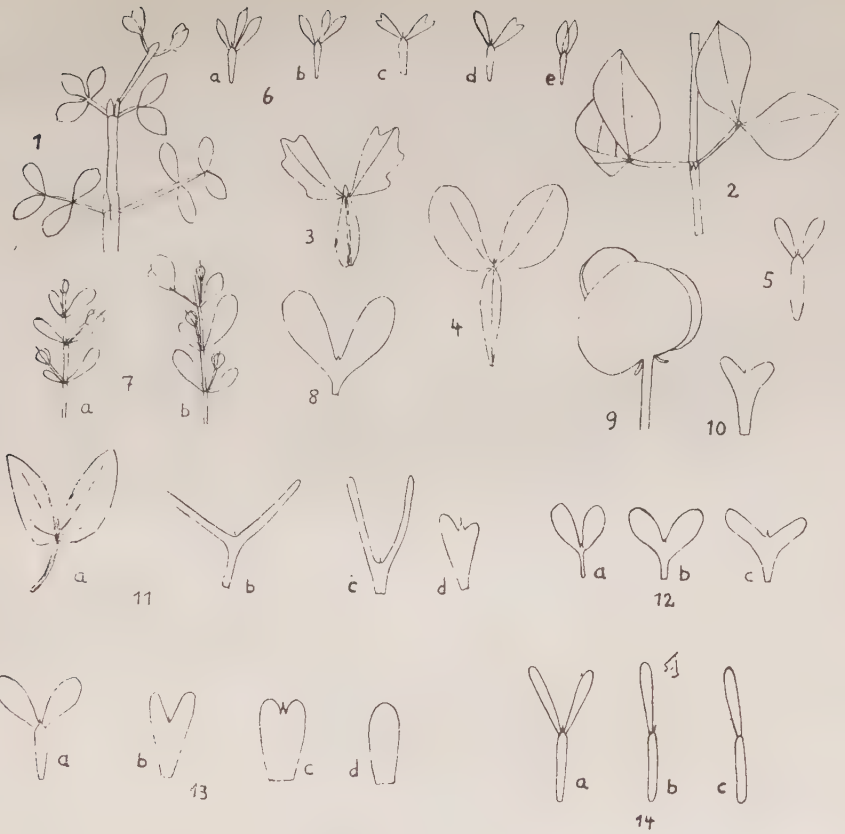
Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Botanischen Museum zu Berlin-Dahlem ausgeführt. Wenn nicht anders vermerkt ist, beziehen sich die Nummern, die in der Arbeit aufgeführt sind, auf die Herbarsammlung dieses Museums. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Generaldirektor Professor Dr. L. Diels, der in bereitwilliger Weise mir einen Arbeitsplatz überließ und das auswärtige Material entlieh, bin ich sowohl hierfür als für die Benutzung der umfangreichen Pflanzensammlungen und der reichhaltigen Bibliothek zu ganz besonderem Dank verpflichtet. Herrn Professor Dr. Diels, unter dessen Leitung vorliegende Arbeit ausgeführt wurde, spreche ich für sein stetes Interesse und die Unterweisungen meinen ehrerbietigen Dank aus.

Zur Verfügung standen ferner die Zygophyllum-Sammlung — einschließlich mehrere Typen — aus dem Herbar des Botanischen Museums der Universität Zürich und zwei nordafrikanische Typen aus dem Kolonialherbar zu Florenz. Den Herren Direktoren dieser Institute spreche ich für das Verleihen des angeführten Materials meinen ergebensten Dank aus.

Herrn Professor Dr. Pilger und Herrn Professor Dr. Harms bin ich für Ratschläge und Hinweise auf Literatur weitgehend verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

Adanson: Fam. Pl. ii. (1763) 507.
Aiton: Hort. Kew. Ed. I (ii) (1789) 60, 61.
Baillon: Hist. de Pl. iv. (1873) 415—417.
Baker in Hooker: Icones Plantarum Ser. IV (1895) Pl. 2358.
Barker—Webb et Berthelot: Hist. nat. Iles Canaries i. (1836) 17, tab. 1.
Bentham et Hooker: Genera Pl. i. (1873).
Bentham and F. Mueller: Fl. Austr. i. (1863) 292—294.
Boissier: Fl. orientalis i. (1867) 909—915.
Brown N. E.: in Kew Bull. (1906) 100.
Bunge in Linnaea xvii. (1845) 7, tab. 1.
Chamisso in Linnaea v. (1830) 44—48.
Chiovenda: Flora Somala i. (1929) 110—112.
Compton in Trans. of the Royal Soc. of South Africa xix. pt. 3 (1931) 296.
De Candolle: Prod. i. (1824) 705.
Diels und Schlechter in L. Schultze: Aus Namaland und Kalahari (1907) 704, 705; und in Fedde, Repert. viii. (1910) 150.
Domin in Biblioth. Bot. lxxxix. (1926) 281.
Drake in Bull. Mus. Hist. Nat. Par. (1903) 38.
Edgeworth and Hooker in Hooker: Flora of British India i. (1874) 424, 425.
Eichler: Blüthendiagramme ii. (1878) 310—314.
Emberger et Maire in Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord xix. (1928) 36.
Endlicher: Genera Pl. (1841) 1164.
Engler in Engl. et Prantl: Nat. Pfl. fam. 1. Aufl. iii. 4. (1890) 80—82.
— in Abh. Akad. Berlin (1896) 10—15, Taf. 1.
— in Notizbl. Bot. Gart. Berlin i. (1897) 244.
— in Ann. Istit. Bot. Roma vii. (1897) 14, 15.
— in Engler und Drude, Veg. d. Erde, ix. Engler: Pfl. welt Afrikas III. i. (1915) 731—736, Fig. 341, 342.
— in Engler et Prantl: Nat. Pfl. fam. 2. Aufl. Bd. 19a (1931) 160—166.
Glover in Ann. S. Afr. Mus. ix. (1913) 172.
Hiern: Catalogue of Welwitsch's African Plants Pt. i. (1896) 106, 107.
Jussieu in Mém. Mus. Par. xii. (1825) 454 t. 5. f. 3.
Mueller F. in Linnaea xxv (1852) 372—376.
Necker: Elem. Bot. Tom. ii. (1790) 227, 228.
Oliver: Fl. trop. Afr. i. (1868) 285, 286.
Popov M. G. in Generis Zygophylli species asiaticae, in Bull. Univ. Asie centrale (Tashkent), Livr. 11 (1925) 105—112, Taf. 4, 5; Livr. 12 (1926) 109—120, Taf. 6, 7.
Schinz in Verh. Bot. Ver. Brand. xxix (1887) 55—57, xxx (1888) 155; xxxi (1889) 181—182.
— in Bull. Herb. Boiss. II (1894) 188—190; ebenda, 2. Sér. viii. (1908) 631.
Schlechter in Engl. Bot. Jahrb. xxvii. (1899) 158, 159.
Schrader et Wendland: Sert. Hanov. (1795—98) 17, t. 9.
Schweinfurth in Bull. Herb. Boiss. vii. App. ii. (1899) 277, 278.
Sonder in Harvey and Sonder: Fl. Cap. i. (1859—1860) 355—365.
Tate in Transact. Roy. Soc. South Australia xxiii. (1899) 291.
Thunberg: Prod. Pl. Cap. (1784—1800).

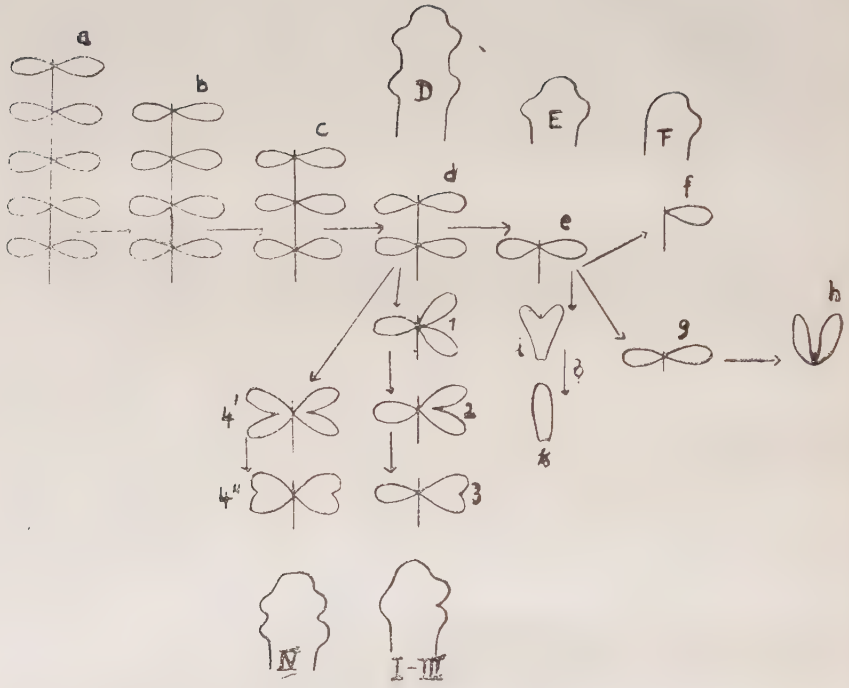


T a f e l I.

Verschiedene Blattformen.

Fig. 1. Z. miniatum Cham.
Fig. 2. Z. leptopetalum (E. M.) Sond.
Fig. 3. Z. glaucescens F. M. var. lobulatum.
Fig. 4. Z. glaucescens F. M.
Fig. 5. Z. Fontanesii Webb et Berth.
Fig. 6. Z. microcarpum (Licht.) Cham.
Fig. 7. Z. Maximiliani M. Schlter. nom.
Fig. 8. Z. iodocarpum F. M.
Fig. 9. Z. cordifolium L. f.
Fig. 10. Z. prismatothecum F. M.
Fig. 11. Z. fruticulosum DC.
Fig. 12. Z. Lichtensteinianum Cham.
Fig. 13. Z. decumbens Del. (13 a, b, c, d ist 2-fach natürlicher Größe.)
Fig. 14. Z. hamiense Schweinf.

Alle Figuren in $^2/_3$ natürlicher Größe, außer Fig. 13.



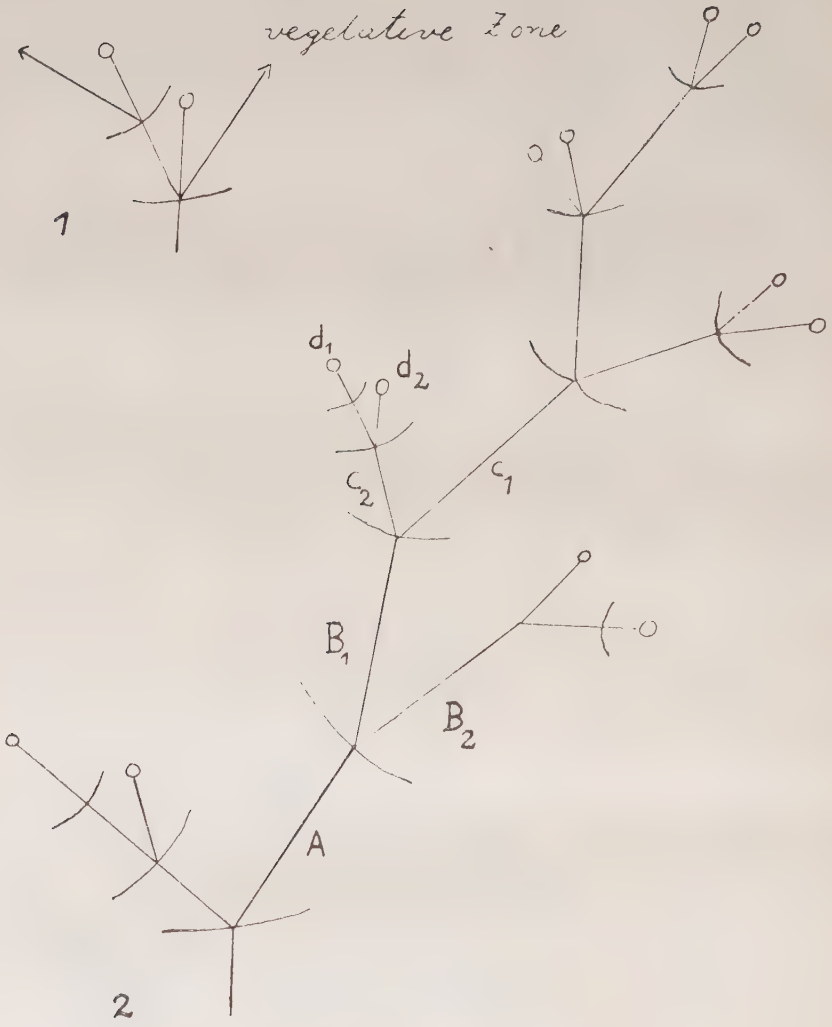
Tafel II.

Schema der Blattypen.

Erklärung im Text S. 17—19.

Tafel III.

Aufbau des Sprosses von Z. Decumbens.



Tafel IV.

Sproßaufbau.

Fig. 1: Z. microcarpum (Licht.) Cham.
Fig. 2: Z. spinosum L.

Tafel V.

Fruchtknoten, junge Frucht, Petalum.

Fig. 1. Junge Frucht von Z. Morgsana L. × 7.
Fig. 2. Fruchtknoten von Z. Montanesii Webb et Berth. × 7.
Fig. 3. Fruchtknoten von Z. coccineum L. × 7.
Fig. 4. Fruchtknoten von Z. cinreeum Schinz. × 7.
Fig. 5a. Fruchtknoten von Z. simplex L. × 7.
Fig. 5b. Fruchtknoten, Querschnitt, Z. simplex L. × 7.
Fig. 6. Petalum von Z. microcarpum (Licht.) Cham. × 3½.
Fig. 7. Fruchtknoten von Z. microcarpum. × 7.

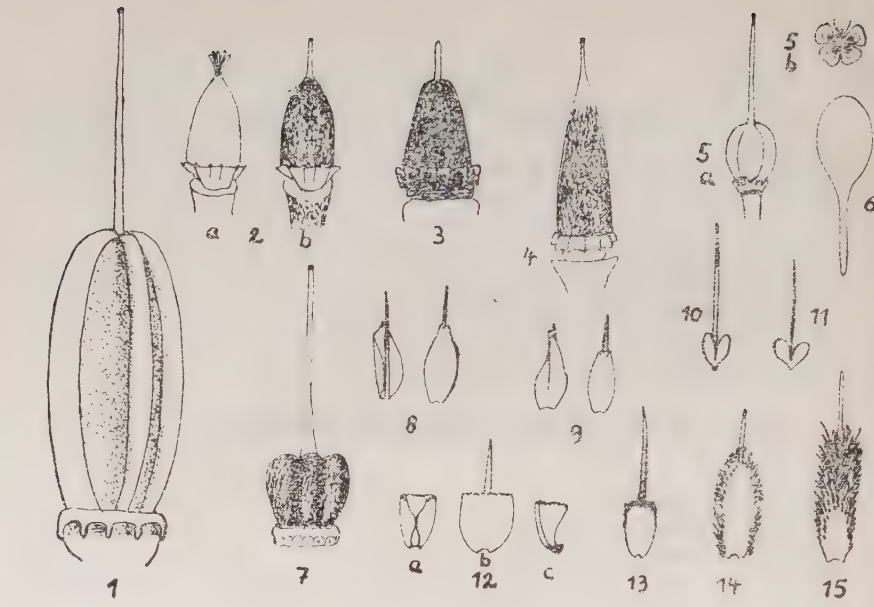
Filamente der Staubfäden mit ihren Anhängseln, × 3½.

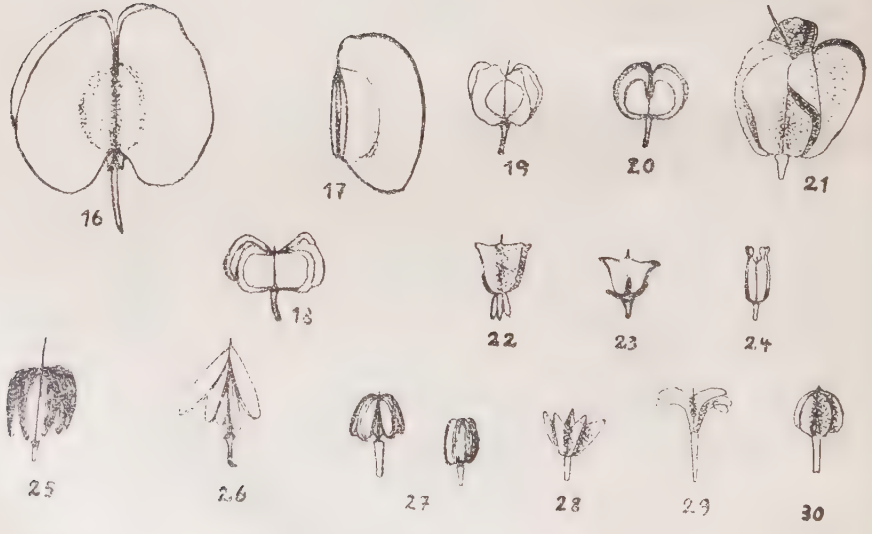
Fig. 8. Z. coccineum L.
Fig. 9. Z. album L.
Fig. 10. Z. Dregeanum Sond.
Fig. 11. Z. clavatum Schlter. et Diels.
Fig. 12. Z. microcarpum (Licht.) Cham. a) von hinten, b) ausgebreitet, c) von der Seite.
Fig. 13. Z. aureum Dinter nom.
Fig. 14. Z. sessilifolium L.
Fig. 15. Z. leptopetalum (E. M.) Sond.

Früchte.

Fig. 16. Z. Morgsana L.
Fig. 17. Ein Fach von Z. Morgsana L.
Fig. 18. Z. latialatum Engl.
Fig. 19. Z. dumosum Boiss.
Fig. 20. Z. microcarpum (Licht.) Cham.
Fig. 21. Z. Stapffii Schinz.
Fig. 22. Z. apiculatum F. M.
Fig. 23. Z. Billardierii DC.
Fig. 24. Z. prismatothecum F. M.
Fig. 25. Z. Maximiliani M. Schlter. × 2,8.
Fig. 26. Z. cinereum Schinz. natürliche Größe.
Fig. 27. Z. coccineum L.
Fig. 28. Z. album L.
Fig. 29. Z. cornutum Coss.
Fig. 30. Z. Fontanesii Webb et Berth. × 1,4.

Figuren 16—30 in $^{7}/_{10}$ natürlicher Größe, außer Fig. 25, 26, 30.


a
2
b
3
4
5
b
5
a
6
1
7
8
9
10
11
a
12
b
c
13
14
15


16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Index.

Synonyme sind gesperrt gedruckt.

Z. *amblyocarpum* Bak. 31, 62, 81, 92.
Z. *album* L. 11, 13, 20, 22, 29, 31, 33, 35, 36, 42, 48, 52, 54, 61, 81, 87, 88, 91, 92.
Z. *apiculatum* F. Muell. 10, 40, 41, 75.
Z. *atriplicoides* Fisch. 17, 24, 29, 66, 89.
Z. aureum Dinter 40, 47, 74, 95.
Z. *Billardierii DC.* 8, 15, 29, 32, 41, 55, 75.
Z. breviarticulatum Engler 60.
Z. *bucharicum* B. Fedtsch 22, 64, 91.
Z. *campanulatum* Dinter 62.
Z. *cinereum* Schinz 11, 23, 34, 36, 57, 62, 84.
Z. *clavatum* Schlechter et Diels 16, 25, 47, 51, 59, 60, 77, 87.
Z. *coccineum L.* 13, 23, 30, 31, 33, 34, 36, 42, 61, 81, 88, 91, 92.
Z. *compressum* J. M. Black 75.
Z. *cordifolium L. f.* 17, 23, 29, 35, 41, 44, 55, 67, 79.
Z. *cornutum* Coss. 22, 33, 36, 41, 61, 80, 92.
Z. *crassifolium* Schlechter 34, 38, 40, 70, 83.
Z. *cuneifolium* E. & Z. 70, 84, 89.
Z. *cylindrifolium* Schinz 11, 15, 17, 30, 33, 35, 46, 47, 49, 60, 77.
Z. *debile* Cham. 8, 74, 85.
Z. *decumbens* Del. 7, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 33, 35, 45, 51, 54, 56, 60, 78, 88, 90, 91, 95.
Z. *densiflorum* Schinz 59, 78.
Z. *depauperatum* Drake 76.
Z. *dichotomum* Licht. ex Cham. 7, 75, 85.
Z. Dinteri Schlechter 46, 60.
Z. *divaricatum* E. & Z. 14, 32, 70, 82.
Z. *Dregeanum* Sond. 7, 15, 16, 20, 23, 25, 26, 30, 33, 44, 45, 51, 52, 59, 78.
Z. *dumosum* Boiss. 11, 22, 37, 64, 91.
Z. *Eichwaldii* C. A. M. 10, 20, 65.
Z. *Fabago* L. 8, 10, 11, 20, 29, 38, 50, 65, 88, 90, 93.
Z. *fabagoides* M. Popov 65.
Z. *flexuosum* E. & Z. 42, 70, 84.
Z. *foetidum* Schrad. et Wendl. 7, 10, 23, 39, 74, 85.

Z. *Fontanesii* Webb & Berth. 11, 23, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 61, 81, 92.
Z. *fruticulosum* DC. 8, 15, 16, 17, 29, 32, 37, 57, 64.
Z. *fulvum* L. 8, 14, 19, 23, 30, 32, 34, 39, 40, 45, 52, 54, 70, 87, 83.
Z. *furcatum* C. A. M. 10, 20, 65.
Z. *gaetulum* Emberger & Maire 62, 81, 92.
Z. *Geslini* Coss. 22, 36, 61, 81, 92.
Z. *Gilfillani* N. E. Br. 76, 84, 89.
Z. *glaucescens* F. Muell. 8, 9, 11, 29, 40, 75.
Z. *glaucum* E. M. ex Sond. 32, 39, 45, 73, 81.
Z. *gobicum* Max. 65.
Z *Guyotii* Kneucker et Muschler 61.
Z. *hamiense* Schweinf. 12, 18, 19, 22, 33, 48, 61, 79, 92.
Z. *Hildebrandtii* Engl. 17, 23, 32, 41, 67, 77.
Z. *hybridum* Tate 75.
Z. *iliense* M. Popov 9, 66.
Z. *incanum* Schinz 22, 30, 45, 52, 63, 80.
Z. *incrustatum* E. M. ex Sond. 75, 86, 89.
Z. *iodocarpum* F. Muell. 8, 9, 11, 15, 41, 75.
Z. *Kochii* Tate 9, 40, 41, 75, 95.
Z. *latialatum* Engler 7, 13, 21, 22, 36, 42, 46, 47, 63, 80, 87.
Z. *laxum* Engler 39, 47, 74, 85.
Z. *Lehmannianum* Bunge 8, 66.
Z. *leptopetalum* E. M. ex Sond. 7, 13, 23, 29, 31, 32, 34, 39, 45, 52, 73, 81.
Z. *leucocladum* Diels 20, 23, 71, 72, 83.
Z. *Lichtensteinianum* Cham. 15, 75, 86.
Z. *Loczyi* Kanitz 8, 66.
Z. *longicapsulare* Schinz 76, 84.
Z. *longistipulatum* Schinz 21, 22, 30, 63, 80.
Z. *macracanthum* v. Huyssteen 15, 39, 69, 82.
Z. *macropterum* C. A. M. 8, 9, 38, 66.
Z. *maculatum* Ait. 76, 85.
Z. *Maximiliani* Schlechter 16, 27, 33, 60, 78.
Z. *Melongena* Bunge 9, 66.
Z. *Meyeri* Sond. 7, 74, 85.
Z. *microcarpum* Licht. ex Cham. 7, 11, 13, 21, 22, 28, 30, 31, 34, 36, 37, 42, 44, 49, 50, 52, 54, 55, 57, 63, 80, 91.
Z. *microphyllum* L. f. 10, 15, 58, 75, 85.
Z. *Migiurtinorum* Chiov. 31, 54, 61, 62, 76, 86, 92.
Z *miniatum* Cham. 8, 9, 10, 11, 65.
Z. *Morgsana* L. 7, 10, 13, 22, 29, 37, 38, 45, 52, 55, 64, 79, 90, 91.
Z. *mucronatum* Max. 65.
Z *obliquum* M. Popov 65.
Z *oocarpum* Loes. 20, 34, 71, 72, 83.
Z. *orbiculatum* Welw. ex Oliver 67, 79.
Z. *ovatum* Ewart & J. White 75.

Z. *oxycarpum* M. Popov 66.
Z. *paradoxum* Schinz 17, 23, 29, 35, 58, 67, 79.
Z. Pfeilii Engler 67.
Z. *portulacoides* Cham. 53, 65.
Z. *Potanini* Max. 66.
Z. *prismaticum* Chiov. 36, 62, 81, 92.
Z. *prismatocarpum* (E. M.) Sond. 7, 16, 19, 25, 26, 31, 35, 60, 77.
Z. *prismatothecum* F. Muell. 8, 15, 16, 17, 29, 31, 33, 41, 45, 75.
Z. *pterocarpum* Bunge 66.
Z. *pubescens* Schinz 13, 30, 73, 74, 85.
Z. *pygmaeum* E. & Z. 13, 14, 21, 34, 69, 70, 84.
Z. *ramosissimum* M. Popov 65.
Z. *Rangei* Engler 47, 74.
Z. *retivalve* Domin 76.
Z. *retrofractum* Thunb. 7, 10, 16, 20, 33, 44, 45, 46, 60, 78, 91.
Z. *rigidum* Schinz 76, 84.
Z. *Robecchii* Engler 17, 23, 32, 41, 67, 77.
Z. *Rogersii* Compton 70, 84, 87.
Z. *Rosowii* Bunge 65.
Z. Schäferi Engler 45.
Z. *sessilifolium* L. 13, 14, 19, 30, 32, 34, 42, 70, 83, 87.
Z. *simplex* L. 8, 16, 17, 20, 26, 27, 30, 31, 33, 35, 45, 46, 47, 50, 51, 56, 59, 60, 77, 88, 90, 91, 93, 95.
Z. *sphaerocarpum* Schlechter 73, 82.
Z. *spinosum* L. 7, 13, 14, 20, 21, 28, 34, 45, 69, 70, 84, 87.
Z. *Stapfii* Schinz 9, 10, 20, 24, 41, 44, 55, 58, 68, 79.
Z. *stenopterum* Schrenk 65.
Z. *subtrijugum* C. A. M. 9, 65.
Z. *suffruticosum* Schinz 7, 22, 30, 46, 47, 63, 80, 87.
Z. *sulcatum* v. Huyssteen 72, 82.
Z. *tenue* Glover 10, 15, 23, 27, 33, 35, 46, 47, 60, 79.
Z. *teretifolium* Schlechter 13, 20, 23, 32, 34, 39, 52, 73, 82.
Z. *tesquorum* J. M. Black 75.
Z. *Trothai* Diels 13, 21, 22, 30, 31, 63, 80.
Z. *turcomanicum* Fisch. 65.
Z. *Uitenhagense* Sond. 8, 74, 85.
Z. *Xanthoxylum* Baill. 29, 66.

Lebenslauf.

Am 17. Juni 1910 wurde ich, Dorothea Christina van Huyssteen, in Carnarvon, Kapland, als Tochter des Pfarrers Daniel van Huyssteen und seiner Ehefrau Gertruida geb. Malherbe geboren. Im Jahre 1913 siedelte die Familie nach Montagu über. Von Juli 1917 ab besuchte ich dort die Höhere Schule, die ich Dezember 1927 mit dem Reifezeugnis verließ. An der Universität Stellenbosch studierte ich Naturwissenschaften und Mathematik von Februar 1928 bis Dezember 1930 und von Februar bis Dezember 1932. 1930 erwarb ich den Grad eines B. Sc. und 1932 den Grad eines M. Sc. Von der Universität Stellenbosch erhielt ich das Königin-Victoria-Gedächtnis-Stipendium. Mit Hilfe desselben setzte ich mein Studium an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin fort, wo ich von Ostern 1933 bis November 1936 immatrikuliert war.

Meine Lehrer, denen ich meine akademische Ausbildung in Deutschland verdanke, waren die Herren Professoren und Privatdozenten:
in Botanik: Diels, Markgraf, Noack, Pilger, Schmidt, Wettstein;
in Chemie: Boehm, Mannich;
in Zoologie: Hesse;
in Philosophie: Hartmann, Hoffmann, Rieffert, Spranger.